ಜನಪ್ರಿಯ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ

೩೧೦

ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ವರೂಪ

ಪ್ರೊ. ಬಿ. ಕೆ. ಚಳಗೇರಿ

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ
ಧಾರವಾಡ

ಮೇ, ೧೯೮೦

ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ
೩೧೦

ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ವರೂಪ

ಪ್ರೊ. ಬಿ. ಕೆ. ಚಳಗೇರಿ

ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ
ಮೇ, ೧೯೭೦

ಪ್ರಕಾಶಕರು :

ಸಿ. ಎಸ್. ಕಣವಿ
ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ-೫೮೦ ೦೦೩

ಪ್ರಥಮ ಮುದ್ರಣ : ೫,೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು
ಮೇ, ೧೯೮೦

ಬೆಲೆ : ೫೦ ಪೈಸೆ

ಮುದ್ರಕರು :

ಜಿ. ಬಿ. ಮನ್ವಾಚಾರ
ಸಹಾಯಕ ನಿರ್ದೇಶಕರು
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ
ಧಾರವಾಡ-೫೮೦ ೦೦೩

ಮುನ್ನುಡಿ

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವು ತನ್ನ ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ಮುಖಾಂತರ ಕೈಕೊಂಡು ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ಜ್ಞಾನಪ್ರಸಾರದ ಯೋಜನೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ 'ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ' ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವೂ, ಜನಪ್ರಿಯವೂ ಆಗಿರುವುದು ಹೆಮ್ಮೆಯ ಮಾತಾಗಿದೆ. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಆಡಳಿತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಎಂಟು ಜಿಲ್ಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರಗಳನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತಿದ್ದು, ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಮತ್ತು ಇದಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಕಾಲೇಜುಗಳ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು ಸಾಹಿತ್ಯ, ವಿಜ್ಞಾನ, ಸಾಮಾಜಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರ ಮೊದಲಾದ ಶಾಖೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧ ಪಟ್ಟ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡು, ಶಾಸ್ತ್ರಸಮ್ಮತವಾದ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ, ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ತಿಳಿಯುವ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಶಿಬಿರಗಳಲ್ಲಿ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಾರೆ. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಜ್ಞಾನಭಾಂಡಾರದ ಅಲ್ಪಾಂಶವನ್ನಾದರೂ ಮಹಾಜನರ ಮನೆ ಬಾಗಿಲಿಗೆ ಒಯ್ದು ಮುಟ್ಟಿಸಬೇಕೆಂದು ಮಾಡಿದ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ನಮ್ಮ ನಿರೀಕ್ಷೆಗೆ ಮೀರಿದ ಮೆಚ್ಚಿಕೆಯೂ, ಪ್ರೋತ್ಸಾಹವೂ ದೊರೆಯುತ್ತಿದೆ. ಜನರು ತಾವಾಗಿಯೇ ಮುಂದೆ ಬಂದು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಊರುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಉಪನ್ಯಾಸ ಮಾಲೆಗಳನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಲು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಕ್ಕೆ ಬರೆದು ಬಿನ್ನವಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವುದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಸಂತೋಷದ ಸಂಗತಿಯಾಗಿದೆ.

ಈ ಜ್ಞಾನಪ್ರಸಾರ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವದರಿಂದ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಹಾಗೂ ಕಾಲೇಜುಗಳ ಅಧ್ಯಾಪಕರಿಗೆ ಆಯಾ ಪ್ರದೇಶದ ಜನತೆಯೊಡನೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಪರ್ಕ ಒದಗುವದಲ್ಲದೆ ಎಂತಹ ವಿಷಯವನ್ನಾದರೂ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿ ಹೇಳುವ ಹಾಗೂ ಅದನ್ನು ಸುಲಭ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿಳಿಸುವ ಅವಕಾಶ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಅವರೆಲ್ಲರೂ ಮನಮುಟ್ಟಿ ಸಹಕರಿಸುತ್ತಿರುವುದು ಶ್ಲಾಘನೀಯ.

ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೇ ೩೦೯ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟ ವಾಗಿವೆ. ಅವು ಅಚ್ಚಾಗಿ ಹೊರಬಂದೊಡನೆ ಅವುಗಳ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಜನರು ಕೊಂಡು ಓದುತ್ತಾರೆ. ಅನೇಕ ಪುಸ್ತಕಗಳು ನಾಲ್ಕು–ಐದು ಮುದ್ರಣಗಳನ್ನು ಕಂಡಿರುವುದು ಈ ಮಾಲೆಯ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯನ್ನೂ, ಜನಪ್ರಿಯತೆಯನ್ನೂ ವ್ಯಕ್ತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ನಾಡಿನ ಪ್ರಗತಿಯ ಚಿಹ್ನೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತೇನೆ.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಈ ಸೇವೆಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಪ್ರಯೋಜನ ಪಡೆದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನತೆ ನಾಡಿನ ಸರ್ವತೋಮುಖ ಪ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ
ಧಾರವಾಡ

ಎಸ್. ಎಸ್. ಒಡೆಯರ
ಕುಲಪತಿಗಳು

ನಿವೇದನೆ

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ ಇವರು ಕಲಬುರ್ಗಿ ಜಿಲ್ಲೆಯ ಸುರಪುರದಲ್ಲಿ ದಿ. ೧೮-೧೨-೧೯೭೮ ರಂದು ಏರ್ಪಡಿಸಿದ ೨೬ನೆಯ ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರದಲ್ಲಿ ನಾನು ಮಾಡಿದ ಭಾಷಣವನ್ನೇ ಸ್ವಲ್ಪ ವಿಸ್ತರಿಸಿ ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಿಕೆಯಾದ "ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಆದರ ಸ್ವರೂಪ" ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಪ್ರಕಟಿಸ ಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಪರಿಚಿತವಾದ "ಉಷ್ಣ"ದ ಬಗ್ಗೆ ನಾನು ಮಾತ ನಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಶ್ರೋತೃಗಳು ಈ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ತಳೆದ ದ್ದನ್ನು ಕಂಡಾಗ ನನ್ನ ಶ್ರಮ ಸಾರ್ಥಕವಾಯಿತೆಂದು ಭಾವಿಸಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಲ್ಲೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂಬ ಹಂಬಲವು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನವು ಕೆಲವೇ ಜನರ ಸೊತ್ತಾಗಬಾರದು, ಅದು ಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೂ ಎಟುಕುವಂತಾಗಬೇಕು. ಇದನ್ನು ಸಾಧಿ ಸಲು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿದವರು ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಅರ್ಥ ವಾಗುವ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಬರೆದು ತಿಳಿಸಬೇಕು ಎಂದು ಅರಿತೆ ಈ ಅರಿವಿನ. ಪರಿಣಾಮವೇ ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಿಕೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮೈದಾಳಿದೆ.

ಮಾನವನಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪವೇ ಉಷ್ಣ. ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೈಗಾರಿಕಾ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಎಷ್ಟು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಳಗಿಸುವೆವೋ ಅಷ್ಟು ನಮ್ಮ ನಾಗರಿಕತೆಯು ಬೆಳೆದೀತು.

ಈ ಪುಸ್ತಿಕೆಯ ಪ್ರಕಟನೆಯ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ತಾಂತ್ರಿಕ ಮತ್ತು ಅನಿವಾರ್ಯ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ವಿಳಂಬವಾಗಿದ್ದರೂ, ನನಗೆ ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಲು ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿ ಈ ಕಿರುಪುಸ್ತಿಕೆಯನ್ನು ಬರೆಯಲು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿ ನಂತರ ಈ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ಶ್ರೀ ಚೆನ್ನವೀರ ಕಣವಿ, ಶ್ರೀ ಎಸ್. ಬಿ. ನಾಯಕ ಮತ್ತು ಶ್ರೀ ಎಲ್. ಎಂ. ಗುಡ್ಡೀನ ಅವರಿಗೆ ನನ್ನ ಹಾರ್ದಿಕ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರು
ಶ್ರೀ ಶರಣಬಸವೇಶ್ವರ ವಿಜ್ಞಾನ
ಮಹಾವಿದ್ಯಾಲಯ
ಕಲಬುರ್ಗಿ
೧೨-೪-೧೯೮೦

ಬಿ. ಕೆ. ಚಳಗೇರಿ

ಪರಿವಿಡಿ

೧. ಪೀಠಿಕೆ

ಬೆಂಕಿಯು ಮಾನವನ ಹಲವು ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ ಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಮೊತ್ತಮೊದಲಿನ ಬೆಂಕಿಯು ಹೇಗೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿತೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯುವದು ಬಹು ಕಠಿಣ. ಆದರೂ ಪೂರ್ವಜರು ಬೆಂಕಿಯನ್ನು ಎರಡು ಕಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ಬಲವಾಗಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಉಜ್ಜಿ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಉಲ್ಲೇಖಗಳು ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಇಂದು ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬೆಂಕಿಯ ಉಪಯೋಗವು ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿದೆ. ಅಡುಗೆ ತಯಾರಿಸಲು ಬೆಂಕಿ ಬೇಕು: ಸ್ಕೂಟರ, ಮೋಟರ, ಉಗಿಬಂಡಿ ಮುಂತಾದ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಓಡಿಸಲು ಬೆಂಕಿ ಬೇಕು ಹೀಗೆ ನಮ್ಮ ನವನಾಗರೀಕತೆಯು ಬೆಂಕಿಯ ಸದುಪಯೋಗದ ಮೇಲೆಯೇ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ "ಬೆಂಕಿ" ಎಂಬುದನ್ನೇ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ "ಉಷ್ಣ" ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಉಷ್ಣದ ಅರಿವು ಮಾನವನಿಗೆ ಅವನ ಹುಟ್ಟಿನಿಂದಲೇ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ತಾಯಿಯ ಬೆಚ್ಚನ್ನ ಗರ್ಭದಿಂದ ಮಗುವು ಹೊರಗೆ ಬಂದಾಗ ಅದಕ್ಕೆ ತಂಗಾಳಿ ಸೋಂಕಿ ಅದು ಕಿರುಚಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಆ ಕ್ಷಣದಿಂದ ಅದು ತಾನು ಜೀವಿಸುವ ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲಿನ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಾಗುವ ಉಷ್ಣತೆಯ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಬೆಳೆದು, ತನ್ನ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವವನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಮನುಷ್ಯನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ

ವನ್ನಾಡುವ ಈ ಉಷ್ಣದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬಹು ಜಿಜ್ಞಾಸೆಯಿಂದ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಉಷ್ಣದ ಬಗೆಗೆ ಆಲೋಚಿಸುವಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೆಳಗಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ. (೧) ಉಷ್ಣವೆಂದರೇನು? (೨) ಅದನ್ನು ಅಳೆಯುವದು ಹೇಗೆ? (೩) ಅದನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಿ ಮಾನವನ ಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವದು ಹೇಗೆ? (೪) ಉಷ್ಣದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲಾಗುವ ಪರಿಣಾಮಗಳೇನು? ಇಂಥ ಪಲವಾರು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಸಾಹಸದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ತರ್ಕ–ವಿತರ್ಕಗಳನ್ನೂ ಮಾಡಬೇಕಾಯಿತು. ಇವುಗಳಿಂದ ಉಷ್ಣದ ಬಗೆಗೆ ಅನೇಕ ಮಾಹಿತಿಗಳು ದೊರೆತಿವೆ.

೨. ಉಷ್ಣದ ಇತಿಹಾಸ

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರಾಷ್ಟ್ರಕ್ಕೂ ತನ್ನದೇ ಆದ ಇತಿಹಾಸವಿರುವಂತೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಘಟನೆಗೂ ತನ್ನದೇ ಆದ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆ ಇರುತ್ತದೆಂಬುದು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶ. ಒಂದೊಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಗತಿಯ ಹಿಂದೆ ಹಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಅವಿರತ ಮತ್ತು ತಾಳ್ಮೆಯ ದೀರ್ಘ ಪ್ರಯತ್ನವಡಗಿರುತ್ತದೆ. ಸೃಷ್ಟಿಯು ತನ್ನ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಬೇಗನೇ ಬಿಟ್ಟುಕೊಡುವದಿಲ್ಲ. ಸೃಷ್ಟಿಯ ಒಂದೊಂದು ಗುಟ್ಟನ್ನು ರಟ್ಟುಮಾಡಲು ಕೆಲವೊಂದು ಸಲ ಹಲವು ಶತಮಾನಗಳೇ ಉರುಳಬಹುದು. ಮಾನವನ ಇತಿ

ಹಾಸವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿಯ ಬೇಕಾದರೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಅರಿಯುವದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ.

ಉಷ್ಣವೂ ದೀರ್ಘ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ ಎಂಬುದು ಬಹು ಮಹತ್ವದ ಸಂಗತಿ. ಭಾರತೀಯರ ಋಗ್ವೇದದಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಗ್ರೀಕರ ಪುರಾಣದಲ್ಲಿಯೂ ಕಟ್ಟಿಗೆಗಳ ಎರಡು ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಉಜ್ಜುವದರಿಂದ ಬೆಂಕಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಪೌರಾಣಿಕ ದಾಖಲೆಗಳು ಬೆಂಕಿಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ನಿಖರವಾದ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಈ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಉಷ್ಣದ ಸ್ವರೂಪದ ನಿಜವಾದ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆಯಾದರೂ ಅವು ನಡೆಯುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಣವನ್ನು ಕೊಡಲು ಅಸಮರ್ಥವಾಗಿವೆ. ಆದರೆ ಉಷ್ಣದ ಬಗ್ಗೆ ನೀಡಿದ ವಿವರಣೆಗಳು ಅದರ ಬಗೆಗೆ ಈಗಿರುವ ವಿವರಣೆಗಳಿಗೆ ಬಹಳಷ್ಟು ಸಮೀಪವಿವೆ ಎಂಬುದು ಗಮನಾರ್ಹವಾದದ್ದು.

ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಬೇಕನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಉಷ್ಣವು ಒಂದು ತರದ ಚಲನೆಯಂತೆ ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ ಎಂದು ವಾದಿಸಿದನು. ಈ ವಾದವು ಪ್ರಯೋಗರಹಿತ ವೈಚಾರಿಕ ತರ್ಕ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಪ್ರಯೋಗದಷ್ಟೇ ವೈಚಾರಿಕ ಬಲವೂ ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಇದೊಂದು ಒಳ್ಳೆ ನಿದರ್ಶನ.

೧೭ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ರಾಬರ್ಟ ಬಾಯಿಲ್ (Robert Boyle) ಮತ್ತು ಆತನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಯಾದ ರಾಬರ್ಟ ಹುಕ್ (Robert Hooke) ಎಂಬ ಆಂಗ್ಲ

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಉಷ್ಣವೆಂದರೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಕಣಗಳಲ್ಲಾಗುವ ಚಲನೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯಪಡಿಸಿದರು. ಇದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಕೆಯಾಗುವ ತರ್ಕವನ್ನೇ ಲೋಕೆ (Locke) ಎಂಬ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿಯೂ ಮುಂದಿಟ್ಟನು. ಇವರ ಪ್ರಕಾರ ಉಷ್ಣವೆಂಬುದು ವಸ್ತುಗಳ ಕಣಗಳಲ್ಲಾಗುವ ಚಲನೆಯೆಂದು ಮತ್ತು ಚಲನರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯೇ ಶೀತವೆಂದು ತಿಳಿಯುವುದು. ಹೀಗೆ ಉಷ್ಣದ ಬಗೆಗಿನ ವಿಚಾರವು ಸರಿಯಾದ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಸಾಗಿತ್ತು.

ಆದರೆ, ಮುಂದಿನ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ಬಗೆಗಿರುವ ವಿಚಾರಧಾರೆಯು ತನ್ನ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಿಸಿತು. ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು "ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಿನ್" (Phlogistin) ವಾದವನ್ನು ಮುಂದೊಡ್ಡಿದರು. ಇಲ್ಲಿ, ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಿನ್ ಎಂಬುದು ಒಂದು ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಪದಾರ್ಥ. ಇದು ವಸ್ತುಗಳೊಡನೆ ಬೆರೆತಾಗ ಅವು ದಾಹ್ಯಗಳಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಅವರ ತರ್ಕ. ಈ ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಿನ್ ಪದಾರ್ಥದ ಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಆಗಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಸಮಯವನ್ನು ವೆಚ್ಚಮಾಡಿದರು. ಆದರೂ ಅದು ದೊರಕಲಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಿನ್ ವಾದವು ತನ್ನ ಮಹತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿತು.

ಕೆಲೊರೀಯ ವಾದ (Caloric theory)

ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಸಿಗದಿದ್ದಾಗ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಹುಡುಕುವುದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಹುಟ್ಟು ಸ್ವಭಾವ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಇದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಉಷ್ಣವು ಹೆಚ್ಚು ಬಿಸಿಯಾದ

ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಬಿಸಿಯಾದ ವಸ್ತುವಿನೆಡೆಗೆ ಹರಿಯುವದು ನಮ್ಮೆಲ್ಲರ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅನುಭವ. ಯಾವುದೇ ದ್ರವವು ಎತ್ತರದ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಕೆಳಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಅಂದಮೇಲೆ ಉಷ್ಣವೂ ಸಹ ದ್ರವವಾಗಿರಬಾರದೇಕೆ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಆಗಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಕಾಡಿರಲು ಸಾಕು. ಈ ವಿಚಾರದಿಂದ ಸ್ಫೂರ್ತಿಗೊಂಡ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು "ಕೆಲೊರಿಕ್‌ವಾದ" (Caloric thory) ಎಂಬ ಮತ್ತೊಂದು ವಾದವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದರು. ಇದನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದವರು ಫ್ರೆಂಚ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು. ಈ ವಾದವ ಪ್ರಚಾರಕರಿಗೆ "ಕೆಲೊರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ" (Calorists)ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಉಷ್ಣವು ಒಂದು ದ್ರವ ಪದಾರ್ಥ. ಇದರ ಹೆಸರು ಕೆಲೊರಿಕ್ (Caloric). A ವಸ್ತುವಿನಿಂದ B ವಸ್ತುವಿಗೆ ಉಷ್ಣವು ಹರಿದರೆ, A ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲೊರಿಕ್ ದ್ರವವು B ವಸ್ತುವಿಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ A ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು B ವಸ್ತುವು ಅದನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ತುಲನಾತ್ಮಕವಾಗಿ, A ವಸ್ತುವು ಮೊದಲಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಬಿಸಿಯಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು B ವಸ್ತುವು ಮೊದಲು ತಾನಿರುವದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಬಿಸಿಯಾಗಿಯೂ ಆಗುವದು ನಮ್ಮ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅನುಭವ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ವಾದವು ಮೊದಲ ನೋಟಕ್ಕೆ ಸರಿಯೆಂದು ಅನಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವಾದವನ್ನು ನಾವು ಸರಿಯೆಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಾಗ, ಕೆಲೊರಿಕ್ ಪದಾರ್ಥವೆಂತಹದು? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಹುಟ್ಟುತ್ತದೆ ಕೆಲೊರಿಕ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ವಾದದ ಸಮರ್ಥನೆಗಾಗಿ ಕೆಲೊರಿಕ್ ಪದಾರ್ಥಕ್ಕೆ ಹಲವು ಗುಣಧರ್ಮಗಳನ್ನೂ ನೀಡಿದರು. ಇದು ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿಯೂ, ಭಾರವಿಲ್ಲದ್ದೂ, ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ

ವುಳ್ಳದ್ದೂ ಮತ್ತು ಸ್ವವಿಕರ್ಷಿತವೂ (Self fepellant) ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ವಾದಿಸಿದರು. ಅದಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದ ಈ ಎಲ್ಲ ಗುಣಗಳೂ ಕೇವಲ ಕಾಲ್ಪನಿಕವಾಗಿದ್ದವು. ಉಷ್ಣದ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ವರ್ಣಿಸುವ ಯಾವುದೇ ವಾದವು ಉಷ್ಣದ ಬಗೆಗೆ ಕಂಡುಕೊಂಡ ಕೆಳಗಿನ ಕೆಲವು ಮಹತ್ವದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲೇ ಬೇಕು. ಅವು ಯಾವವೆಂದರೆ:

(೧) ಉಷ್ಣದಿಂದ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಪ್ರಸರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

(೨) ಉಷ್ಣದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ರೂಪವು ಬದಲಾಗುವಾಗ ಅವುಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ

(೩) ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವು ಬೇರೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ.

(೪) ಉಷ್ಣದ ಸ್ಥಳಾಂತರ (Heat transfer)ದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣದ ಗಳಿಕೆಯು ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಕೆಲೊರೀಯವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಮೇಲಿನ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಕೆಲೋರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕೆಳಗಿನಂತ ವಿವರಿಸಿದರು.

(೧) ಉಷ್ಣದಿಂದ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಪ್ರಸರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ:- ಕೆಲೊರಿಕ್ ದ್ರವವು ಯಾವುದೇ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಾಗ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುಗಳ ನಡುವೆ ವಿಕರ್ಷಣೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಆ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿಯ ಅಣುಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಯುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಸರಣ

ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ವಸ್ತುವು ತಂಪಾದಾಗ, ಅವರಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲೊರಿಕ್ ದ್ರವವು ಹೊರಟು ಹೋಗುವದರಿಂದ ಅದರ ಅಣುಗಳ ನಡುವಿರುವ ವಿಕರ್ಷಣೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅವರ ಅಣುಗಳು ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಇದುವೇ ವಸ್ತುಗಳ ಆಕುಂಚನ.

(೬) ಉಷ್ಣದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ರೂಪವು ಬದಲಾಗುವಾಗ ಉಷ್ಣತೆಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ:– ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಹಾಕಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ತುಂಡು ಬರ್ಫವನ್ನಿಟ್ಟು ಕಾಯಿಸಲಾಗಿ ಎಲ್ಲ ಬರ್ಫ ಕರಗಿ ನೀರಾಗುವವರೆಗೂ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಅಷ್ಟೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ, ನಾವು ಕೊಟ್ಟ ಉಷ್ಣವೆಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಯಿತು? ನಾವು ಕೊಟ್ಟ ಉಷ್ಣವು ಬರ್ಫವನ್ನು ನೀರಾಗಿಸುವದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಬರ್ಫವು ಕರಗುವ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣತೆ (Latent heat of fusion or ice) ಎಂದು ಹೆಸರು ಕೆಲೊರಿಕ್ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಈ ಘಟನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವದೆಂತು? ಕೆಲೊರಿಕ್ ದ್ರವದ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣವೆಂದರೆ ಅದು ಸ್ವತಂತ್ರ ರೂಪದಲ್ಲಿರಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೆ ವಸ್ತುಗಳ ಜತೆ ಸೇರಿ ಸಂಯುಕ್ತ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ಇರಬಹುದು. ಅದು ಸಂಯುಕ್ತ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ತನ್ನ ಗುಣಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವದರಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ರೂಪವನ್ನು ಬದಲಿಸುವಾಗ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯೂ ಆಗುವದಿಲ್ಲ.

(೭) ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವು ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ:–

ಕೆಲೊರಿಕ್ ದ್ರವದ ಕಣಗಳ ಮತ್ತು ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣವು ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ವಭಾವದ ಮೇಲೆಯೇ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆಂಬುದು ಕೆಲೊರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ವಾದ. ಈ ಆಕರ್ಷಣೆಯು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಬದಲಾಗುವದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಭಿನ್ನವಾಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವು ಭಿನ್ನವಾಗಿರಬೇಕು.

(೪) ಉಷ್ಣದ ಸ್ಥಳಾಂತರ (Heattnnsfer):-

ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಹಾಕಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಚನ್ನಾಗಿ ಕಾಯ್ದ ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡೊಂದನ್ನು ಚಲ್ಲಿದರೆ. ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಏರಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಇಳಿದು ಅವೆರಡೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಒಂದೇ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಉಷ್ಣವು ಅಷ್ಟೇ ಉಳಿದು, ಉಷ್ಣವು ಮಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣತೆಯ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಘಟನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಕೆಲೊರಿಕ್ ದ್ರವವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ಇಲ್ಲವೇ ನಾಶಪಡಿಸಲು ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಯಿತು. ಅಂದರೆ, ಕೆಲೊರಿಕ್ ಇದು ಅವಿನಾಶಿಯಾಗಿದ್ದು ನಿತ್ಯತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಕೆಲೊರಿಕ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ವಾದದ ಸಮರ್ಥನೆಗಾಗಿ ಕೆಲೊರಿಕ್ ದ್ರವಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ಗುಣಧರ್ಮಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದರು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ವಾದವು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದ ಅನೇಕ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಮರ್ಥನೀಯವಾಗಿ

ಮತ್ತು ಮನಗಾಣಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳಲು ಶಕ್ತವಾಯಿತು. ಈ ವಾದವು ಮೇಲ್ನೋಟಕ್ಕೆ ಸುಂದರವಾಗಿ ಕಂಡರೂ ಅದು ಸಂಪೂರ್ಣ ತಪ್ಪಾಗಿತ್ತು. ಆದರೂ ತಮಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪರಿಚಯವಿದ್ದಂತಹ ಮತ್ತು ಅನೇಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಈ ವಾದವನ್ನು ಕೈಬಿಡಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಮನಸ್ಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಮುಂದಿನ ೫೦ ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧಕರ ಜಾಣ್ಮೆಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಈ ವಾದವನ್ನು ಅಸಮಾಧಾನದಿಂದ ತ್ಯಜಿಸುವಂತಹ ಸಂದರ್ಭವೊದಗಿದ್ದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಹತ್ವದ ಘಟನೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಸಲ ನಡೆದು ಭಾರಿ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ನಾವಿಲ್ಲಿ ಸ್ಮರಿಸಲೇ ಬೇಕು. ಒಂದು ವಾದವು ಎಷ್ಟೇ ಸುಂದರವಾಗಿದ್ದರೂ ಅದು ಕೆಲವು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ವಿಫಲವಾದರೆ ಅದನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕೈಬಿಡುವಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಎಷ್ಟೋ ಬರುತ್ತವೆ. ಇದೇ ಉದಾಹರಣೆಯು ಕೆಲೋರಿಕ್ ವಾದಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆಂಬುದು ಬಹು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಸಂಗತಿ.

ಕೆಲೋರಿಕ್ ವಾದದ ಅವಸಾನ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣದ ಚಲನ ವಾದದ ಹುಟ್ಟು

ಅಮೇರಿಕೆಯ ನಾಗರಿಕನಾದ ಬೆಂಜಾಮಿನ್ ಥಾಮ್ಸನ್ ಎಂಬಾತನು ತನ್ನ ರಾಷ್ಟ್ರದ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಸಂಗ್ರಾಮದಲ್ಲಿ ರಾಷ್ಟ್ರವನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಿ, ಗ್ರೇಟ ಬ್ರಿಟನ್ ದೇಶದ ಆಶ್ರಯ ಪಡೆದಿದ್ದನು.

ಇವನನ್ನು ಗ್ರೇಟ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ಸರಕಾರವು ಕೌಂಟ ರಂಫರ್ಡ ಎಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿ ೧೭೯೮ರಲ್ಲಿ ಆಯುಧಗಳ ಕಾರಖಾನೆಯೊಂದರ ಎಂಜಿನೀಯರನನ್ನಾಗಿ ನಿಯಮಿಸಿದರು. ಈ ಕಾರಖಾನೆಯಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ಮುದ್ದೆಗಳಿಗೆ ಬಿರುಸಾದ ಲೋಹದ ಸಲಾಕೆಗಳಿಂದ ತಿರುಗಿಸಿ ತೂತುಗಳನ್ನು ಹಾಕಿ ತುಬಾಕಿಗಳನ್ನು ರಚಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತಿದ್ದುದನ್ನು ರಂಫರ್ಡನು ಕಂಡು ಈ ಘಟನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವದು ಹೇಗೆ? ಎಂದು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿದನು. ಕೆಲೊರಿಕ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ಘಟನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ವಿಶ್ವಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದರು ಅವರ ಪ್ರಕಾರ ಲೋಹದ ಪುಡಿಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವು ಅದು ಒಂದೇ ತುಂಡಾಗಿದ್ದಾಗ ಇರುವ ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಗಿಂತಲೂ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಬಹಳಷ್ಟು ಕೆಲೋರಿಕ್ ದ್ರವವು ಉತ್ಸರ್ಜಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಉಷ್ಣತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಳವಾಗುತ್ತದೆಂದು ವಾದಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಕಂಡು ಬಂದಂತೆ ವಸ್ತುವಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವು ಅದು ಒಂದೇ ಮುದ್ದೆಯಾಗಿದೆಯೋ ಅಥವಾ ಪುಡಿಪುಡಿಯಾಗಿದೆಯೋ ಎಂಬುದನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುವದಿಲ್ಲ. ಇದಲ್ಲದೇ. ಸಲಾಕೆಯನ್ನು ಲೋಹದ ಮುದ್ದೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ತಿರುಗಿಸಿದಾಗ ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿದ್ದುದು ಕಂಡು ಬಂತು. ಒಂದು ವೇಳೆ ಉಷ್ಣವು ಕೆಲೊರಿಕ್ ಎಂಬ ದ್ರವವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಮಿತಿಯಿಲ್ಲದಂತೆ ಪೂರೈಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ತನ್ನ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ, ತುಬಾಕಿಯು ತೂತನ್ನು ಕಡೆಯುವಾಗ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಲೋಹವನ್ನು ಕೆತ್ತಿ ತೆಗೆಯುವದರಿಂದ ಒಂದು

ಪಾತ್ರೆಯು ತುಂಬ ಇರುವ ನೀರನ್ನು ಕುದಿಸಬಹುದು ಎಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಈ ಎಲ್ಲ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ, ತುಪಾಕಿಯ ತೂತನ್ನು ಹಾಕಲು ತೊಡಗಿಸಿದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವೇ ಉಷ್ಣದ ಉತ್ಪನ್ನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೆಂದು ರಂಫರ್ಡನು ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬಂದನು. ಅರ್ಥಾತ್ ಚಲನೆಯೇ ಉಷ್ಣದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಮೂಲ ಎಂದು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದನು. ಈ ನಿರ್ಣಯವು ಕೆಲೊರಿಕ್ ವಾದಕ್ಕೆ ಹಾಕಿದ ಮೊದಲನೆಯ ಭಾರೀ ಪೆಟ್ಟು.

ಡೇವಿಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳು:

ಸರ್ ಹಂಫ್ರೀ ಡೇವಿಯು ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕೆಲೊರಿಯ ವಾದಕ್ಕೆ ಮತ್ತೊಂದು ಬಲವಾದ ಪೆಟ್ಟು ಬಿತ್ತು. ಈತನು ೧೭೯೯ರಲ್ಲಿ ಆಗ ಚರ್ಚೆಗೆ ಒಳಗಾಗಿದ್ದ ಉಷ್ಣದ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಬಹು ಉತ್ಸುಕನಾಗಿದ್ದನು. ಆಗ **ಅವನಿಗೆ** ಕೇವಲ ೧೭ ವರ್ಷಗಳು ಮಾತ್ರ. ಎರಡು ಬರ್ಫದ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ತಿಕ್ಕುವದರಿಂದ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ಆತನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದನು. ತನ್ನ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಅವನು ಬರ್ಫದ ಎರಡು ತುಂಡುಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ತಿಕ್ಕಿ ಅವು ಕರಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದನು. ಬರ್ಫ ಕರಗಲು ಅದಕ್ಕೆ ದ್ರವೀಭವನದ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣವನ್ನು ಪೂರೈಸಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಗ್ರಾಮ ಬರ್ಫವು ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನಲ್ಲಿ ನೀರಾಗಲು ೮೦ ಕೆಲೊರಿಯಷ್ಟು ಉಷ್ಣ ಬೇಕು. ಬರ್ಫ ಕರಗಲು ಬೇಕಾದ ಉಷ್ಣವು ಅಣುಗಳನ್ನು ಉಜ್ಜಲು ಬೇಕಾದ ಯಾಂತ್ರಿಕ

ಕಾರ್ಯದಿಂದಲೇ ಪ್ರಾರ್ಥಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರಲು ಸಾಕು ಎಂಬ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಡೇವಿಯು ಬಂದನು. ಆದ್ದರಿಂದ ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸುವದು ಅನಿವಾರ್ಯವಾಯಿತು. ಇದರಿಂದ ಕೆಲೊರಿಕ್‌ವಾದಕ್ಕೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ಹಿನ್ನಡೆಯುಂಟಾಯಿತು.

ಜ್ಯೂಲನ ಪ್ರಯೋಗಗಳು:

ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪವಾಗಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಗೆ ಅನ್ವಯವಾಗುವ ಎಲ್ಲ ನಿಯಮಗಳೂ ಉಷ್ಣಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯವಾಗಬೇಕಾದದ್ದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ ನಿಯಮಕ್ಕೊಳಗಾಗಿದೆ. ಅದು "ಶಕ್ತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವ" (law of conservation of energy)ದನಿಯಮ. ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಯಾವಾಗಲೂ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು, ಅದನ್ನು ಒಂದು ರೂಪದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು. ಅಂದರೆ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಶಕ್ತಿಯ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು; ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳನ್ನು ಉಷ್ಣವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲೂ ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಿದ್ಧಮಾಡಿ ತೋರಿಸಿದ ಶ್ರೇಯಸ್ಸು ಜೇಮ್ಸ ಪ್ರಿಸ್ಕಾಟ ಜ್ಯೂಲ (James prescot joule) ಎಂಬ ಆಂಗ್ಲ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಆತನು ೧೮೪೦ರ ಸುಮಾರಿಗೆ ಉಷ್ಣದ ಬಗೆಗೆ ಪ್ರಚಲಿತವಿದ್ದ ಎಲ್ಲ ವಾದವಿವಾದಗಳನ್ನು ಕೊನೆಗೊಳಿಸಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಭಿಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಬರುವಂತಹ ಕೆಲವು ನಿರ್ಣಯಾತ್ಮಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಇಂದಿಗೂ ಅಮರ

ವಾಗಿ ಉಳಿದಿದೆ. ಆತನು ತನ್ನ ಹಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಗೂ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ ಉಳಿದ ರೂಪಗಳ ನಡುವೆಯೂ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಬಂಧವಿದ್ದುದನ್ನು ಒಂದು ಸೂತ್ರ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದನು. ಈ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಬರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ:—

$W = JH$. ಅಥವಾ $\frac{W}{H} = J$

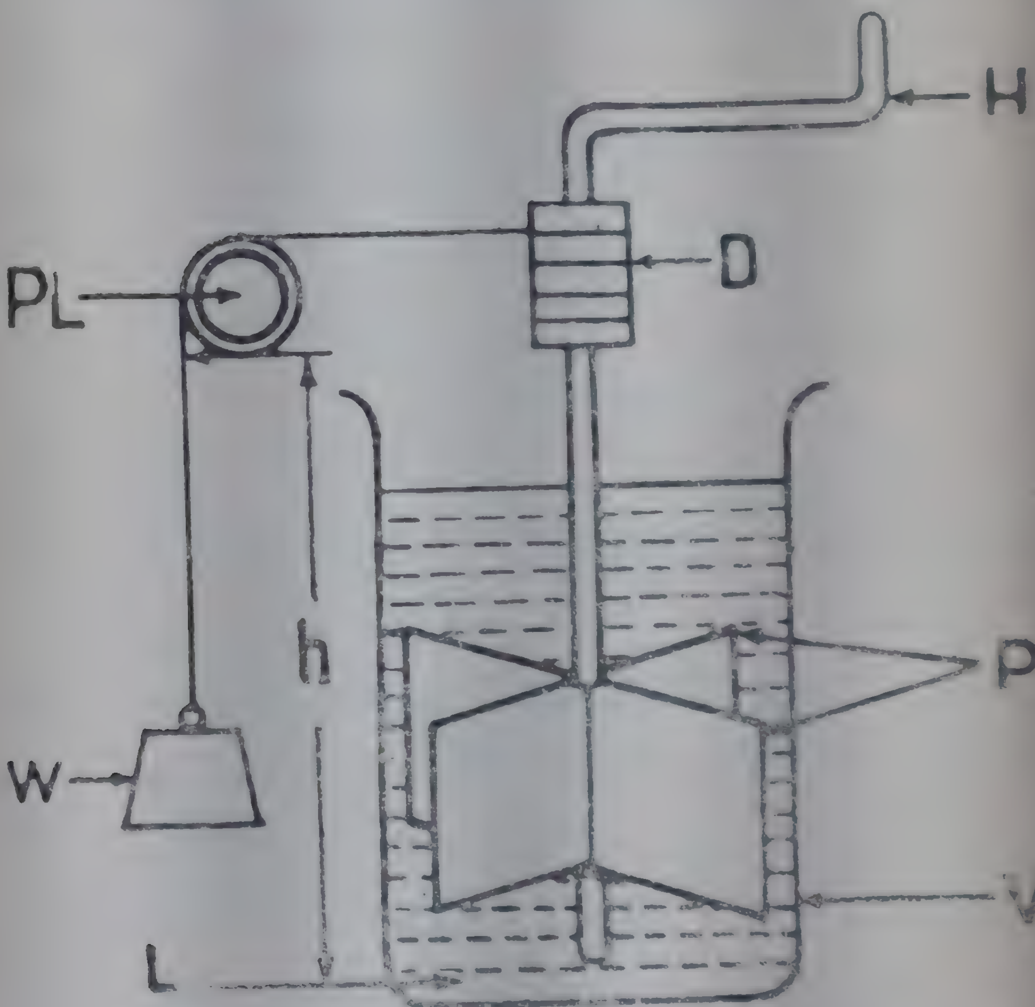
ಇಲ್ಲಿ W = ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯ

H = ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಉಷ್ಣ

J = ಸ್ಥಿರಾಂಕ

J ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಅದು ಸುಮಾರಾಗಿ ೪.೨ ಜ್ಯೂಲ ಕೆಲೊರಿ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಸ್ಥಿರಾಂಕಕ್ಕೆ ಜೂಲನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಅಥವಾ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಉಷ್ಣ ಸಮಾಂಕವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರದಿಂದ ಕಂಡು ಬರುವುದೇನೆಂದರೆ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ಉಷ್ಣವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಕೆಲೊರಿ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ೪.೨ ಜ್ಯೂಲಗಳಷ್ಟು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವಾಗಬೇಕು. ಅಥವಾ ೪೨೦ ಜೂಲಗಳಷ್ಟು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕೆಲಸವಾದಾಗ ೧೦೦ ಕೆಲೊರಿಯಷ್ಟು ಉಷ್ಣವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಉಷ್ಣಗತಿ ಶಾಸ್ತ್ರ (thermody namics)ದ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಜ್ಯೂಲನು ತನ್ನ ಒಂದು ಸುಲಭ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯ ಮತ್ತು ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಉಷ್ಣ ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದನು.



V—ಪಾತ್ರೆ W—ತೂಕದ ಕಲ್ಲು L—ನೀರು
P—ಪೆಡಲ್ಲುಗಳು (Pedals) D—ಡ್ರಮ್ಮು (drum)
PL—ಗಡಗಡೆ H—ಹಿಡಿಕೆ (handle)

ಮೇಲಿನ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ತೂಕದ ಕಲ್ಲು W ಇದು ಕೆಳಗಿಳಿದಂತೆ ಪೆಡಲ್ಲುಗಳು (P) ತಿರುಗಲಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ತೂಕದ ಕಲ್ಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿ, ಅಥವಾ ಸ್ಥಿತಿ ಶಕ್ತಿ (potential energy) ಯು ಪೆಡಲ್ಲುಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವ ಗತಿ ಶಕ್ತಿ (kinetic energy) ಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಗತಿ ಶಕ್ತಿಯು ನೀರನ್ನು ಕಡೆಯುವಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯು ಏರುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಿಂದ ಅಳೆದು ಒಟ್ಟು ಎಷ್ಟು ಉಷ್ಣವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಯಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಗಣಿತದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು. ಇದು H ಎಂದು ಇರಲಿ. ತೂಕದ ಕಲ್ಲಿನ ಭಾರವೂ ಮತ್ತು ಅದು ಬೀಳುವ ಎತ್ತರವೂ ಗೊತ್ತಾಗುವದರಿಂದ ಒಟ್ಟು ಆದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು ಇದು W ಎಂದಾದರೆ, ಆಗ $\frac{W}{H}$ ದ ಪ್ರಮಾಣವು ಯಾವಾಗಲೂ ಒಂದು ಸ್ಥಿರಾಂಕಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು J ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸಿದರೆ. ಆಗ, $\frac{W}{H} = J$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರವು ಹೊರಡುತ್ತದೆ. J ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಬೆಲೆಯು ಯಾವಾಗಲೂ ೪.೨ ಇದ್ದದ್ದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ೪.೨ ಜ್ಯೂಲ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವು ಒಂದು ಕೆಲೊರಿ ಉಷ್ಣಕ್ಕೆ ಸಮ ಎಂದು ಅರ್ಥ. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಜ್ಯೂಲನು ಕೆಳಗಿನ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಂದನು. ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪವೆಂದೂ ಅದನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದೆಂದೂ ತಿಳಿಸಿದನು. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಶಕ್ತಿಯೂ ನಷ್ಟವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೇ

ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಲೀ ಆಗಲಾರದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಶಕ್ತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವವು ಕಾಪಾಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ಅಂತೂ ಉಷ್ಣವು ಕೆಲೊರಿಕ್ ಎಂಬ ದ್ರವವಾಗಿರದೇ ಅದು ವಸ್ತುಗಳ ಅಣು-ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆಯೆಂಬುದು ಸಿದ್ಧವಾದಂತಾಯಿತು. ಇದರಿಂದ ಕೆಲೋರಿಕ್ ವಾದವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತ್ಯಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಎಷ್ಟೋ ದಿನಗಳ ವರೆಗೆ ಹಲವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಬಹು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಆದರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ತತ್ತ್ವವೊಂದು ತಪ್ಪೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ವಿಜ್ಞಾನ ಲೋಕದಿಂದ ಕಾಲಿಗೆ ಬುದ್ಧಿ ಹೇಳಿದ ಈ ಘಟನೆ ಬಹು ಮಹತ್ವದ್ದು ಮತ್ತು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದದ್ದು.

ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಜ್ಯೂಲನ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಯಿತು. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದೆಂದು ಜ್ಯೂಲನೇ ತನ್ನ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದನು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವುಳ್ಳ ತಂತಿಯನ್ನೊಂದು ತೆಗೆದುಕೊಂಡನು. ಅದನ್ನು ಕೆಲೊರಿಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದನು. ನಂತರ ಆ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಳೆಯ ವರೆಗೆ ಸ್ಥಿರ ವಿಭವಾಂತರದಲ್ಲಿ ಹಾಯಿಸಿದನು. ಕೆಲವು ವೇಳೆಯನಂತರ ನೋಡಲಾಗಿ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಏರಿದ್ದು ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ಅಂದರೆ, ನೀರಿನ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ಇಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯು,

ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡಿತು. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಜ್ಯೂಲನು ಕೆಳಗಿನ ಸೂತ್ರದಿಂದ ಸೂಚಿಸಿದನು:

$$VCT = J H$$

ಅಥವಾ,
$$J = \frac{VCT}{H}$$

ಇಲ್ಲಿ, V = ವಿಭವಾಂತರ (ವೋಲ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ)

C = ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ (ಆ್ಯಂಪೀಯರುಗಳಲ್ಲಿ)

T = ವೇಳೆ (ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ)

H = ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಉಷ್ಣ (ಕೆಲೊರಿಗಳಲ್ಲಿ)

ಇಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಮೊದಲಿನಂತೆ 'J' ಇದು ಜ್ಯೂಲನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ. J = ೪.೨ ಜ್ಯೂಲ ಕೆಲೊರಿ. ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರದಿಂದ ಕಂಡು ಬರುವ ಮಹತ್ವದ ಅಂಶವೆಂದರೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪರಿಮಾಣದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪರಿಮಾಣದ ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಎಲ್ಲ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಾರಾಂಶವೇನೆಂದರೆ:— ಉಷ್ಣವು ಕೆಲೊರಿಕ್ ಎಂಬ ದ್ರವವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಅದು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪವಿದ್ದು, ಬೇರೆ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿನ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿಯೂ ಅಥವಾ ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೇರೆ ರೂಪಗಳನ್ನಾಗಿಯೂ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಶಕ್ತಿಗಳ ರೂಪಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುವಾಗ, ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಯಾವಾಗಲೂ ಅಷ್ಟೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆ.

ಉಷ್ಣವನ್ನಳೆಯುವದು:—

ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪ. ಶಕ್ತಿಯು ಭೌತ ಪರಿಮಾಣ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಭೌತ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೂ ಒಂದು ಏಕಮಾನ (unit) ಇರಲೇ ಬೇಕು. ಅಂದಮೇಲೆ, ಈ ಉಷ್ಣವನ್ನಳೆಯುವ ಏಕಮಾನವಾವುದು? ಉಷ್ಣವನ್ನಳೆಯಲು ಕೆಲೊರಿ (Calorie) ಎಂಬ ಏಕಮಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಗ್ರಾಮ್ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನಷ್ಟು ಏರಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಉಷ್ಣದ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕೆಲೊರಿ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ಗ್ರಾಮು ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ೫°ಸಿ ದಿಂದ ೬°ಸಿ ಗೆ ಏರಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಉಷ್ಣಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕೆಲೊರಿ ಎಂದು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಪ್ರಕಾರ, ೧೦ ಗ್ರಾಂ ನೀರನ್ನು ೫°ಸಿ ದಿಂದ ೭°ಸಿ ಗೆ ಏರಿಸಲು ೨೦ ಕೆಲೊರಿ ಉಷ್ಣವು ಬೇಕು. ಅಂದರೆ, ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆಲೊರಿಯಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆಂದಾಯಿತು. ಆದರೆ ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಜ್ಯೂಲ ಎಂಬ ಏಕಮಾನದಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಳೆಯಲು ಎರಡು ಏಕಮಾನಗಳು- ಕೆಲೊರಿ, ಮತ್ತು ಜ್ಯೂಲ- ಇದ್ದಂತಾಯಿತು. ಎರಡು ಏಕಮಾನಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣವನ್ನಳೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವದು ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅನಾನುಕೂಲ. ಕೆಲೊರಿಯನ್ನು ಕೈಬಿಟ್ಟು ಜ್ಯೂಲ ಒಂದನ್ನೇ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಳೆಯಲು ಏಕಮಾನವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕೆಂಬ ವಾದಗಳು ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.

ಉಷ್ಣವು ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ

ಶಕ್ತಿಗೆ ಹಲವು ರೂಪಗಳು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪ ಮಾತ್ರ. ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಯಾವುದೇ ರೂಪದಲ್ಲಿ (ರಲಿ ಘನ, ದ್ರವ, ಅನಿಲ) ಅದರಲ್ಲಿಯ ಅಣುಗಳ ಅಥವಾ ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆಯೇ ಉಷ್ಣದ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಒಂದು ಘನ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಾಗ, ಆ ಘನ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಚಲನೆಗೆ ಒಳಪಡುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಆ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಕೊಟ್ಟ ಉಷ್ಣದ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ,ಆ ಘನ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅತಿ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಈಗ ಆ ಘನ ವಸ್ತುವು ದ್ರವ ವಸ್ತುವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪ್ರವಹಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಗೆ "ವಸ್ತುಗಳ ಕರಗುವಿಕೆಗೆ" ಎನ್ನುವರು. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರವನ್ನು ಪಡೆದ ಘನವಸ್ತುವು ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಆ ಆಕಾರವನ್ನು ಕಳೆದು ಕೊಂಡು ತಾನಿದ್ದ ಪಾತ್ರೆಯ ಆಕಾರವನ್ನೇ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟೆಲ್ಲ ಬದಲಾವಣೆಯಾದರೂ ಗಾತ್ರವು ಮಾತ್ರ ಎರಡೂ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ದ್ರವಕ್ಕೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪೂರೈಸಿದರೆ, ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇನ್ನಷ್ಟು ಜೋರಿನಿಂದ ಕಂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಪರಮಾಣುಗಳು ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಹೊರಗೆ ಬರುವಷ್ಟು ಬಲದಿಂದ ಕಂಪಿಸಲೂ ಬಹುದು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬಾಷ್ಪೀಭವನವೆಂದು ಹೆಸರು. ದ್ರವಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣದ ಪೂರೈಕೆಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ಮುಂದುವರಿಸಿದ್ದಾದರೆ ಅದರ ಪರ

ಪರಮಾಣುಗಳು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಹಾರಿಹೋಗಲೂ ಬಹುದು. ಈಗ ದ್ರವವು ತನ್ನ ಅನಿಲ ಇಲ್ಲವೇ ಆವಿ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಆ ಪದಾರ್ಥಕ್ಕೆ ಯಾವುದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೂಪವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಾತ್ರವಾಗಲೀ ಇರುವದಿಲ್ಲ. ಈ ಸಂಗತಿಯಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿದು ಬರುವದೇನೆಂದರೆ, ಉಷ್ಣದಿಂದ ಘನ ವಸ್ತುವು ದ್ರವವಾಗಿ, ದ್ರವ ವಸ್ತುವು ಅನಿಲವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಅನಿಲವನ್ನು ತಂಪುಗೊಳಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಅದು ದ್ರವವಾಗಿ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ದ್ರವವನ್ನು ತಂಪುಗೊಳಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಅದು ಘನರೂಪಕ್ಕೆ ಮರಳುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೇನು ಕಾರಣ? ಇದಕ್ಕೆಲ್ಲ ಉಷ್ಣವು ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆಯಾಗಿರುವದೇ ಕಾರಣ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪೂರೈಸಿದಾಗ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕಂಪಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕಂಪನ ಬಲವು ಆ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿರುವ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ರೂಪವು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವು ಅದೇ ವಸ್ತುವು ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಬಹುಪಾಲು ಹೆಚ್ಚಿಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಘನ ವಸ್ತುವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರವನ್ನೂ ಮತ್ತು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಾತ್ರವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ದ್ರವವಸ್ತುವಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟಗಾತ್ರವಿದ್ದರೂ ಅದಕ್ಕೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರವಿರುವದಿಲ್ಲ. ಅದು ತಾನಿರುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ದ್ರವದ ಅಣುಗಳು ದ್ರವದೊಳಗೆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ತಿರು

ಗಾದ ಬಹುದಾದರೂ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಹೊರ ಬರಲಾರವು. ಅನಿಲರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅನಿಲದ ಅಣುಗಳಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೇ ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಲೀ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಯಾವ ಬಂಧನಕ್ಕೂ ಒಳಗಾಗದೇ ಓಡಾಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅನಿಲಕ್ಕೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಾತ್ರವಾಗಲೀ ಇರಲಾರದು. ಹೀಗೆ ಉಷ್ಣವು ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಇದೆಲ್ಲವನ್ನೂ ವಿವರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ.

೩. ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ

ಈಗ ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ತೋರಿಕೆಗೆ ಅವೆರಡೂ ಒಂದೇ ಎಂದು ಅನಿಸುವುದಾದರೂ ಅವು ಒಂದೇ ಅಲ್ಲ. ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನರಿಯಲು ಒಂದು ಸುಲಭ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡೋಣ. ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿದ್ದ ಎರಡು ಪಾತ್ರೆಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಒಂದರಲ್ಲಿ ಬಹಳಷ್ಟು ನೀರನ್ನೂ ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ನೀರನ್ನೂ ಹಾಕೋಣ. ಅವುಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಟೋವುಗಳ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಅಷ್ಟೇ ಅವಧಿಯ ವರೆಗೆ

ಕಾಯಿಸೋಣ. ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಬಹಳ ನೀರಿದ್ದ ಪಾತ್ರೆಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ಕಡಿಮೆ ನೀರಿದ್ದ ಪಾತ್ರೆಯ ಉಷ್ಣತೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. (ಅವೆರಡನ್ನೂ ಒಂದೇ ವೇಳೆಯವರೆಗೆ ಕಾಯಿಸಲಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೆನೆಯ ಬೇಕು.) ಮತ್ತೊಂದು ಸಲ ಸ್ವಲ್ಪ ನೀರಿದ್ದ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಸ್ಟೋವಿನಿಂದ ಕೆಳಗಿಳಿಸೋಣ. ಬಹಳ ನೀರಿದ್ದ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹಾಗೆಯೇ ಕಾಯಿಸೋಣ. ಈಗ ಅಲ್ಪ ನೀರಿದ್ದ ಪಾತ್ರೆಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ಕೆಳಗಿಳಿದು ಸ್ಟೋವಿನ ಮೇಲಿದ್ದ ಬಹಳ ನೀರಿನ ಪಾತ್ರೆಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ಮೇಲಕ್ಕೇರಿ ಸಮವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ,ಆ ಪಾತ್ರೆಗಳ ಉಷ್ಣವು ಮಾತ್ರ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಕಂಡು ಬರುವದೇನೆಂದರೆ. ಆ ಪಾತ್ರೆಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯು ಒಂದೇ ಆಗಿದ್ದರೂ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಉಷ್ಣದ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಮಾತ್ರ ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ. ಬಹಳ ನೀರಿರುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಉಷ್ಣವು ಹೆಚ್ಚು ಮತ್ತು ಸ್ವಲ್ಪೇ ನೀರಿರುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಉಷ್ಣವು ಕಡಿಮೆ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯು ಉಷ್ಣವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ. ಅದು ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಉಷ್ಣತೆಯು ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಣು. ಪರಮಾಣುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಕಂಪನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆ

ಉಷ್ಣವು ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆಯೆಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡ ಮೇಲೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪೂರೈಸಿದರೆ ಅವರ

ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈಗ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಉಷ್ಣ ವನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕುತ್ತ ಹೋದಂತೆಲ್ಲ ಒಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆಯೇ ಶೂನ್ಯವಾಗಬಹು ದಲ್ಲವೆ? ಇದು ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದವನು ಬ್ರಿಟಿಶ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿಲಿಯಂ ಥಾಮ್ಸನ್ ಎಂಬಾತನು. ಈತನೇ ಮುಂದೆ ಲಾರ್ಡ ಕೆಲ್ವಿನ್ನ ಎಂದು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾದನು. ಅವನ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ತಂಪಾಗಿಸುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆಲ್ಲ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕಂಪಿಸುವದನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಮುಂದುವರೆದಿದ್ದಾದರೆ ಒಂದು ಉಷ್ಣತೆ ಯಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳ ಕಂಪನವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿ ಅವು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಉಷ್ಣತೆಗೆ "ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ" absolute zero) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯವು ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ 273.16° ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ಸಿಗೆ ಸಮ ಎಂದು ಆತನು ತೋರಿಸಿದನು. ಯಾವ ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯೂ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಕಮ್ಮಿಯಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ನಾವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಸಾಧಿಸಬೇಕಾದ ಕನಿಷ್ಠ ಉಷ್ಣತೆ ಎಂದರೆ–273.16° ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್. ಈ ಉಷ್ಣತೆ ಯನ್ನು 0°ಎ ಇಲ್ಲವೇ 0°ಕೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಈಗ ಇಷ್ಟೆಲ್ಲ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗಿದ್ದರೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಇನ್ನೂ–273.16° ಸೆ. ಕನಿಷ್ಠ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತಲುಪುದು ಆಗಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಬಹು ಆಶ್ಚರ್ಯದ ಸಂಗತಿ. ಈ

ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನಾವು ಸಮೀಪಿಸಬಹುದೇ ಹೊರತಾಗಿ ಅದನ್ನು ಮುಟ್ಟುವದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದೇ ಈಗ ತೋರು ತ್ತಿದೆ. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಏನಾಗುವದೋ? ಕಾದು ನೋಡಬೇಕು. ೨೭೩.೧೬° ಸೆ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಶೂನ್ಯಉಷ್ಣತೆಯೆಂದೂ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ೨೭೩.೧೬ ಎಂದೂ ಪರಿಗಣಿಸಿ ರಚಿಸ ಲಾದ ಉಷ್ಣತೆಯ ಸ್ಕೇಲಿಗೆ (Scale) ನಿರಪೇಕ್ಷ ಇಲ್ಲವೇ ಕೆಲ್ವಿನ್ನನ ಸ್ಕೇಲು ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು (Thermometers)

ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಯಾವುದೇ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವೆಂದು ಹೆಸರು. ಎಲ್ಲ ತರಹದ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಭೌತಿಕ ಗುಣವು ಉಷ್ಣದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿಸಿರುವದೆಂಬ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ ಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಉಷ್ಣದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳು ಪ್ರಸಾರ ಗೊಳ್ಳುವ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಪಾರಜ ಇಲ್ಲವೇ ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್ ಉಷ್ಣ ತಾಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ ರೋಧದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಪ್ಲಾಟಿನಂ ರೋಧ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳ ರಚನೆಯು, ವಸ್ತುವಿನ ಭೌತಿಕ ಗುಣವು ಉಷ್ಣತೆಯ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿಸಿರುವ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರು ತ್ತವೆ. ಉಷ್ಣತೆಯ ಕೆಳಮಿತಿಯು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ ಅಥವಾ ೨೭೩° ಸೆ. ಆಗಿದ್ದರೂ ಉಷ್ಣತೆಯ ಮೇಲ್ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಮಿತಿಯೆಂಬು

ಇಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈ ಉಷ್ಣತೆಯು ೬೦೦೦°ಸೆ. ಇದ್ದರೆ ಆತನ ಕೇಂದ್ರದ ಉಷ್ಣತೆಯು ಸುಮಾರು $೧೦^{೬}$°ಸೆ. ಇರಬಹುದೆಂದು ಒಂದು ಅಂದಾಜು. ಹೀಗೆಯೇ, ಕೆಲವು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $೧೦^{೮}$° ಸೆ. ಇರಬಹುದೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಲೆಕ್ಕ. ಹೀಗೆಯೇ ನಾವು ಉಷ್ಣತೆಯ ಮೇಲ್ಮಟ್ಟದ ಮಿತಿಯನ್ನು ಎಷ್ಟಾದರೂ ಏರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಅಂದರೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ಸ್ಕೇಲು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಮಿತಿಯಿಲ್ಲದೇ ಏರುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯದಿಂದ $೧೦^{೮}$° ಸೆ. ವರೆಗಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲಾರದು. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಲು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರದ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವನ್ನೇ ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುವ ಗಾಜಿನ ನಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪಾದರಸವಿರುವ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳು– ೩೫° ಸೆ. ದಿಂದ ೩೫೦°ಸೆ. ವರೆಗಿನ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ಏಕೆಂದರೆ, ಪಾದರಸದ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಬಿಂದು– ೩೮.೫೦ ಸೆ. ಮತ್ತು ಅದರ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದು ೩೫೬.೭° ಸೆ. ಇರುತ್ತದೆ. ಗಾಜಿನ ನಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪಾದರಸದ ಬದಲಾಗಿ ಆಲ್ಕೊಹಾಲನ್ನು ಬಳಸಿದರೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೆಳಮಟ್ಟದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ. ಆಲ್ಕೊಹಾಲದ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಬಿಂದು– ೧೩೦° ಸೆ. ಇದ್ದು ಅದರ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದು ೭೮° ಸೆ. ಇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಿಂದ– ೧೩೦° ಸೆ.ದಷ್ಟು ಕೆಳಗಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ.

೨೬೮° ಸೆ. ದಿಂದ ೧೬೦೦° ಸೆ. ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಆನಿಲ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ೧೬೦೦° ಸೆ. ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆ(ಸುಮಾರು ೩೦೦೦° ಸೆ. ವರೆಗೂ)ಯನ್ನಳೆಯಲು ಉಷ್ಣ–ವಿದ್ಯುತ್ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳನ್ನು (thermo–electric thermometers) ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂದರೆ. ಸುಮಾರು ೧೬೦೦ ಸೆ. ಮತ್ತು ೧೦⁵° ಸೆ. ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಲು ವಿಕಿರಣ ಉಷ್ಣತಾ ಮಾಪಕಗನ್ನಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೇ ಅತ್ಯುಷ್ಣ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳನ್ನಾಗಲೀ (pyrometers) ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ೨೭೩° ಸೆ. ನಷ್ಟು ಕೆಳಗಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಲು ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣ ವಿಕಾಂತೀಯ (adiabatic demagnetisation) ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ವಿವಿಧ ಪ್ರಕಾರದ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸಾವಧಾನದಿಂದ ಇವೆಲ್ಲ ಕಾರ್ಯತಂತ್ರಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆಲ್ಲ ನಮಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಆಳದ ಅನುಭವವು ಸ್ವಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ಆಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಮಿತಿಯಿಲ್ಲದ ಆನಂದವೂ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವ್ಯವಹಾರದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಲು ಮೂರುಸ್ಕೇಲು (Scale)ಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.ಒಂದೊಂದೂ ಅವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. (೧) ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಸ್ಕೇಲು (ಇದನ್ನು ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ ಸ್ಕೇಲೆಂದೂ ಕರೆ

ಯುತ್ತಾರೆ). (೨) ಫ್ಯಾರನ್ಹೀಟ್ ಸ್ಕೇಲು ಮತ್ತು (೩)ರೆಓಮರ ಸ್ಕೇಲು (Reoumur Scale).

ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ (Celsius) ಸ್ಕೇಲು

ಸ್ವೀಡನ್ ದೇಶದ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೭೪೨ ರಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಲು ಈ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಇದಕ್ಕೆ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ ಸ್ಕೇಲೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಪಾರಿಸಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದ ತೂಕ ಮತ್ತು ಅಳತೆಯ ಅಂತರಾಷ್ಟ್ರೀಯ "ಸಭೆಯಲ್ಲಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ" ಶಬ್ದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ "ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್" ಎಂಬ ಶಬ್ದವನ್ನು ಬಳಸಬೇಕೆಂದು ನಿರ್ಣಯಿಸಲಾಯಿತು. ಆದ್ದರಿಂದ ಈಗ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಎಂಬ ಪದವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಭಾಗವನ್ನು °ಸಿ ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ತೋರಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಇಂದು ಉಷ್ಣತೆಯ ಅಳತೆಗಳಿಗಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಕೇಲಿನ ಪ್ರಕಾರ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಎಂದೂ ನೀರು ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ೧೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಎಂದೂ ತಿಳಿದು ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಸಮನಾಗಿ ೧೦೦ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡಿ, ಒಂದೊಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಫ್ಯಾರನ್ಹೀಟ್ (Fahrenheit) ಸ್ಕೇಲು

ಜರ್ಮನಿಯ ಫ್ಯಾರನ್ಹೀಟ ಎಂಬಾತನು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೧೨ರಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯಲು ಒಂದು ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಈ

ಸ್ಕೇಲಿಗೆ ಆತನ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಫ್ಯಾರನ್‌ಹೀಟ್ ಸ್ಕೇಲು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಗ್ಲೀಷ ಮಾತನಾಡುವ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಈ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಇದನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಳತೆಗಾಗಿ ಅಷ್ಟೊಂದು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿಲ್ಲ. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ದಿನಗಳ ನಂತರ ಇದು ಕೇವಲ ಒಂದು ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷವಾಗಿ ಉಳಿದರೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನಿಲ್ಲ. ಈ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ೩೨° ಎಂದೂ ನೀರು ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ೨೧೨° ಎಂದೂ ಪರಿಗಣಿಸಿ ಇವೆರಡು ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಸಮನಾಗಿ ೧೮೦ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಸಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಡಿಗ್ರಿ ಫ್ಯಾರನ್‌ಹೀಟ್ ಎಂದು ಕರೆದು °F ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತಾರೆ.

ರ್ಹೊಮರ (Reaumur) ಸ್ಕೇಲು

ರ್ಹೊಮರ ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೭೩೦ರಲ್ಲಿ ಆತನ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಉಷ್ಣತೆಯ ಅಳತೆಯ ಸ್ಕೇಲೊಂದನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಈ ಸ್ಕೇಲಿನಲ್ಲಿ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಬಿಂದು ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ಎಂದೂ ಮತ್ತು ನೀರು ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ೮೦ ಡಿಗ್ರಿ ಎಂದೂ ಭಾವಿಸಿ ಈ ಎರಡೂ ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಸರಿಯಾದ ೮೦ ಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿ ಪ್ರತಿ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ರ್ಹೊಮರ ಎಂದು ಕರೆದು °ಆರ್ ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವ್ಯವಹಾರದಲ್ಲಿ ಈ ಸ್ಕೇಲಿನ ಬಳಕೆಯು ಅಷ್ಟೊಂದು ಕಂಡು ಬರುವದಿಲ್ಲ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ಕೇಲಿನ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿಯು ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಕೇಲಿನ ಡಿಗ್ರಿಗೆ ಒಂದು ಸೂತ್ರದಿಂದ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಈ ಸುಲಭ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಬರೆಯಬಹುದು:-

$$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{R}{80}$$

ಈ ಸೂತ್ರದ ಆಧಾರದಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಒಂದು ಸ್ಕೇಲಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಕೇಲಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮಾನವನ ದೇಹದ ಸರಾಸರಿ ಉಷ್ಣತೆಯು ಫ್ಯಾರನ್‌ಹೀಟ್ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲೆ ೯೮.೬°F ಎಂದಾದರೆ, ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲೆ ಅದು

$$C = \frac{100}{180}(98.6-32) = \frac{10\phi}{18\phi} \times 66.6 = 37°C$$

ಆಗುತ್ತದೆ.

ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಲಾದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯುವ ಮೂರೂ ಸ್ಕೇಲುಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಗುಣವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ. (ಇಲ್ಲಿ, ಉಷ್ಣದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳು ಪ್ರಸರಣಹೊಂದುವ ಗುಣವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.) ಆದ್ದರಿಂದ ಇವು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲುಗಳಲ್ಲ. ಲಾರ್ಡ ಕೆಲ್ವಿನ್ನನು ೧೮೪೮ರಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನಳೆಯುವ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದನು. ಈ ಸ್ಕೇಲು ವಸ್ತುವಿನ ಯಾವ ಗುಣಧರ್ಮದ ಮೇಲೂ ಅವಲಂಬಿಸಿರುವದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಕೆಲ್ವಿನ್ನನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಕೇಲಿನ

ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿಯು "ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ"ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯವು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ಸ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲೆ–೨೭೩.೧೬°ಸಿ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೊಂದು ವಿಚಿತ್ರವೆಂದರೆ, ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿಯು ಗಾತ್ರವು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ಸ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿಯ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ನಿಖರವಾಗಿ ಸಮವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಒಂದು ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲಿನ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿಯು ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲಿನ ಡಿಗ್ರಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಂದರೆ ಕೆಲ್ವಿನ್ನನ ಸ್ಕೇಲು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ಸ ಸ್ಕೇಲಿಗಿಂತ ೨೭೩.೧೬ ಡಿಗ್ರಿಯಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇವೆರಡು ಸ್ಕೇಲುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಸೂತ್ರದಿಂದ ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು.

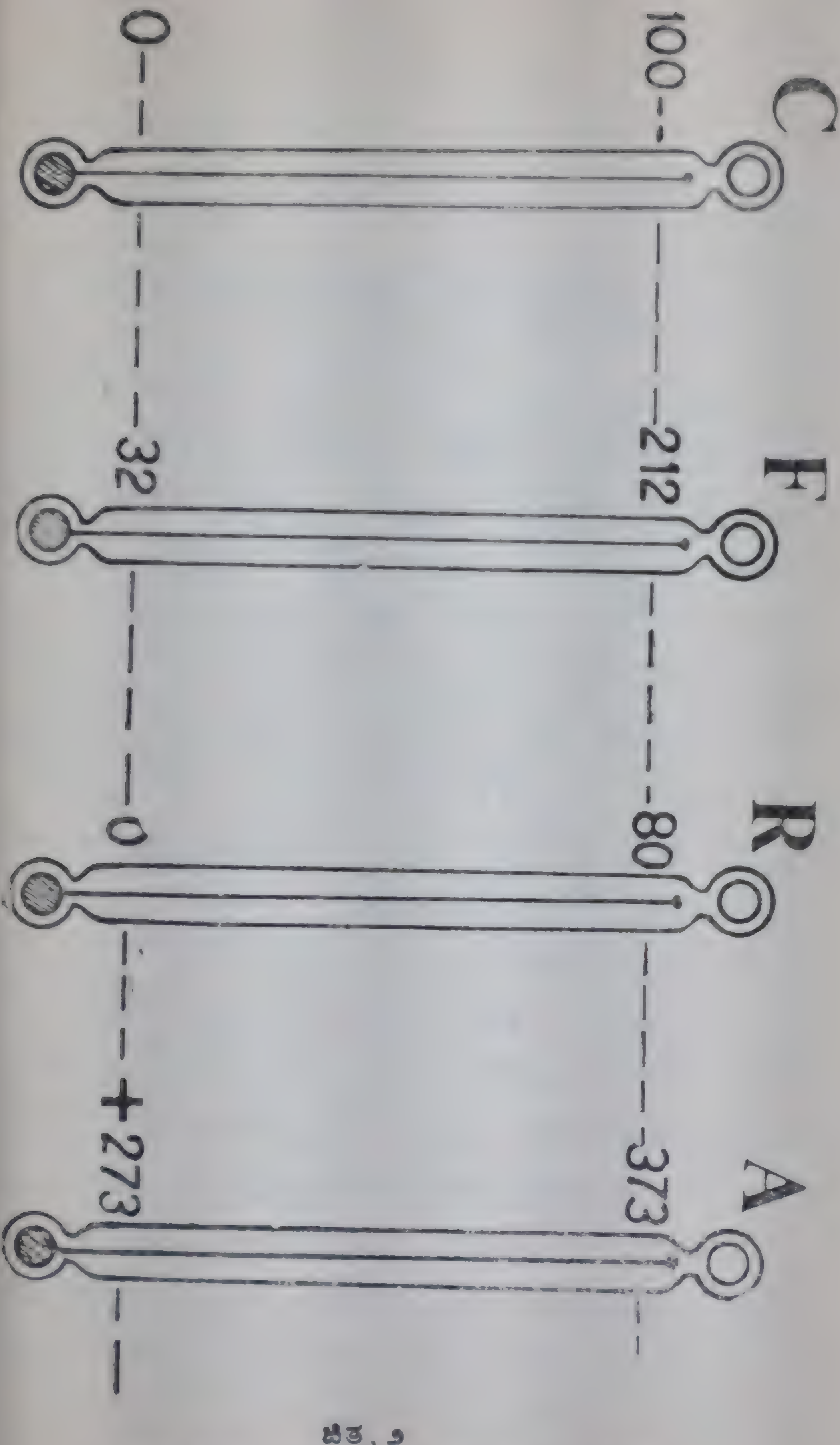
$$T^\circ A = t^\circ C + ೨೭೩.೧೬$$

ಅಥವಾ ಸುಮಾರಾಗಿ

$$T^\circ A = t^\circ C + ೨೭೩$$

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ಸ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲೆ ೧೦೦°C ಎಂದಾದರೆ. ಅದು ಕೆಲ್ವಿನ್ನನ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮೇಲೆ (೧೦೦ + ೨೭೩ =) ೩೭೩°A ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಂದರೆ, ಒಟ್ಟು ಉಷ್ಣತೆಯ ನಾಲ್ಕು ಸ್ಕೇಲುಗಳು ಇದ್ದಂತಾಯಿತು. ಇವೆಲ್ಲವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಸಚಿತ್ರವಾಗಿ ತಿಳಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ ೨
(ಉಷ್ಣತೆಯ ನಾಲ್ಕು ಸ್ಕೇಲುಗಳ ಹೋಲಿಕೆ)

೪. ಉಷ್ಣದಿಂದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯ

ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪ. ರಂಫರ್ಡ್, ಜ್ಯೂಲ ಮುತ್ತಿತರರು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದ ಪ್ರಕಾರ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೇ ಉಳಿದ ಯಾವುದೇ ಪ್ರಕಾರದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಲೀ ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದು ಸಾಧ್ಯ. ಇನ್ನು ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಕ್ತಿಯ ಬೇರೆ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ತರಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂಬುದೂ ತಾತ್ವಿಕವಾದ ಸತ್ಯಸಂಗತಿ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಾವು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಹುದೇ? ಅಂದರೆ, ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಮ್ಮ ನಿಯಂತ್ರಣದಲ್ಲಿರಿಸಿಕೊಂಡು ಅದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಸೇವಕನಂತೆ ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಕೆಲಸವನ್ನು ಮಾಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದೇ? ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರ "ಹೌದು" ಎಂದು ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಕಠಿಣ ಸಮಸ್ಯೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಎಂತಹ ಕಠಿಣ ಸಮಸ್ಯೆಗೂ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸದಾ ತಯಾರಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದವನು ಸಾಡಿ ಕಾರ್ನಟ್ (Sadi Carnot) ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ ತರುಣ ಎಂಜನೀಯರನು. ಆತನು ೨೮ ವರ್ಷದವನಿದ್ದಾಗ ೧೮೨೪ರಲ್ಲಿ "Reflections on the Motive power of

Heat" ಎಂಬ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಈ ಪ್ರಬಂಧದಲ್ಲಿ ಆತನು ಉಷ್ಣ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳ (Heat engines) ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವಾಗಿ ಹೇಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸ ಬಹುದು ಎಂದು ಚರ್ಚಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈತನು ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಒಂದು ಆದರ್ಶ ಎಂಜಿನ್ನ (ideal engine)ನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿ ಅದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಗರಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ ಯನ್ನು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸುವ ವಿಚಾರ ವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈ ಕಲ್ಪನೆಯಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಾಗೂ ಎಂಜನೀಯರರು ಸ್ಫೂರ್ತಿಗೊಂಡು ಅತಿ ದಕ್ಷ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದರು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ಮೊದಲು ಬಳಕೆ ಯಲ್ಲಿದ್ದ ಅನೇಕ ಮಾದರಿಯ ಉಗಿ ಎಂಜಿನ್ನು (steam engine) ಯಂತ್ರಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವದ ಬದಲಾವಣೆಯಾಯಿತು. ಇದಲ್ಲದೇ ಒಟ್ಟೊ (otto) ಮತ್ತು ಡಿಜೈಲ (diesel) ಎಂಜಿನ್ನು ಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವಾಯಿತು. ಈ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳು ತೈಲಗಳನ್ನು ಇಂಧನಗಳನ್ನಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ತಮ್ಮ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಉಗಿ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಎಷ್ಟೋ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಕೊಂಡವು. ಹೀಗೆ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಔದ್ಯಮಿಕ ಕ್ರಾಂತಿಯೊಂದು ಉಂಟಾ ಯಿತು. ಈ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಉಗಿ ಯುಗ (Steam age) ದಿಂದ ಯಂತ್ರಯುಗಕ್ಕೆ ಕಾಲಿರಿಸಿದವು. ಇದೆಲ್ಲದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಈ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ತಮ್ಮ ಸಂಪತ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಳಸಿಕೊಂಡು ಜಗತ್ತಿ ನಲ್ಲಿಯೇ ಬಲಿಷ್ಠ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳೆನಿಸಿಕೊಂಡವು. ಇಂದು ನಾವು ಎಂಜಿನ್ ಯುಗದಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ. ಎಂಜಿನ್ನುಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯವಾಗಿ ಬೇಕಾದ

ಇಂಧನ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಒಂದು ರಾಷ್ಟ್ರದ ನಾಗರಿಕತೆ, ಸಂಪತ್ತು ಮತ್ತು ಅದರ ಅಂತರ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಖ್ಯಾತಿ ಎಲ್ಲವೂ ಆ ರಾಷ್ಟ್ರದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಖನಿಜದ ಸಂಪತ್ತಿಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿದೆ.

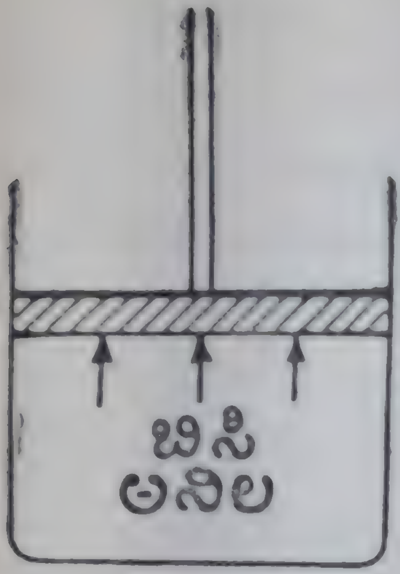
ಉಷ್ಣಗತಿ ಶಾಸ್ತ್ರ (thermodynamics)ದ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಶಕ್ತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವವು ಪಾಲಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಸುಲಭವಾಗಿಯೇ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಉಷ್ಣಗತಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮ

ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಕ್ತಿಯ ಬೇರೆ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತರಲು ಏಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ? ಇದರ ಗುಟ್ಟೇನು? ಈ ಗುಟ್ಟನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಮತ್ತು ಎಂಜಿನೀಯರರೂ ಔದ್ಯಮಿಕ ಕ್ರಾಂತಿಯಾಗುತ್ತಿದ್ದ ೧೯ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತರಾದರು. ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸುಡುವದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಯಾಂತ್ರಿಕ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಇಲ್ಲವೇ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಈ ಮಾರ್ಪಾಟಿನಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯ ಅಧಿಕಾಂಶವು ನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಉಷ್ಣ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳು ನೂರಕ್ಕೆ ನೂರರಷ್ಟು ದಕ್ಷವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ನಾಶವಾಗುವ

ಶಕ್ತಿಯು ಕಾರಣವಲ್ಲ. ಆದರೆ ಒಂದು ಮೂಲಭೂತವಾದ ಕಾರಣವಿರಲೇಬೇಕೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತರ್ಕಿಸಿದರು. ಈ ತರ್ಕದ ಪರಿಣಾಮವೇ ಉಷ್ಣಗತಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮದ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ಉಷ್ಣ ಎಂಜಿನಿನಲ್ಲಿ, ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯಾಗ ಬೇಕಾದರೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ವಿರಬೇಕು. ಉಷ್ಣ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆಯ ರೀತಿ ಯನ್ನು ತಿಳಿದರೆ ಈ ಸಂಗತಿಯು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ ೬ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಒಂದು ಅನಿಲವು ಸಾಕಷ್ಟು ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿರಲಿ. ಈ ಅನಿಲವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿ ಅದನ್ನು ವಿಸ್ತಾರ ಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಅದು ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಕೂಡಿ ಸಿದ ಪಿಸ್ಟನ್ನನ್ನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ದೂಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವು ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಸರಿದಾಡುವ ಈ ಪಿಸ್ಟ ನ್ನನ್ನು ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿ ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಜರುಗಿಸಬಹುದು. ಕಾರನ್ನು ಓಡಿಸಲು ಜನರೇಟರ (generator) ಒಂದನ್ನು ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸಲು ಇದರಿಂದ ಸಾಧ್ಯ. ಅನಿಲವು ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಸ್ತಾರಗೊಂಡನಂತರ ಅದರ ಒತ್ತಡವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವು ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಸಮನಾದಾಗ ಪಿಸ್ಟನ್ನು ಮುಂದೆ ಸರಿಯ ಲಾರದು. ಈಗ ಅನಿಲವನ್ನು ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಸಂಕುಚಿಸಿ ಅದನ್ನು ವಿಸ್ತಾರಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಅನಿಲವನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸಲು ನಾವು ಅನಿಲದ ಮೇಲೆ ಕಾರ್ಯ ಮಾಡಬೇಕು. ಮೊದಲಿನಷ್ಟೇ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಅನಿಲವಿದ್ದಾಗ ಅದನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸಿದರೆ, ಅದು

ವಿಸ್ತಾರವಾಗುವಾಗ ಎಷ್ಟು ಕಾರ್ಯ ಮಾಡಿತ್ತೋ ಅಷ್ಟೇ ಕಾರ್ಯ ವನ್ನು ನಾವೀಗ ಅದನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕು. ಇದರಿಂದ ಸಾಧಿಸಿದ್ದೇನು? ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಸಾಧಿಸಿದ ಕಾರ್ಯವು ಶೂನ್ಯವಾಯಿತು. ಈ ಎಂಜಿನಿನಿಂದ ನಾವು ಅದರ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿದ ಕಾರ್ಯಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪಡೆ ಯಲು ಇಚ್ಛಿಸಿದಲ್ಲಿ ಆ ಅನಿಲವನ್ನು ತಂಪಾಗಿಸಿ ಅನಂತರ ಅದನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಲ್ಲಿ, ಆ ಅನಿಲವು ತಾನು ವಿಸ್ತಾರವಾಗುವಾಗ ಮಾಡಿದ ಕಾರ್ಯವು ನಾವು ಅದನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸುವಾಗ ಮಾಡಿದ ಕಾರ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾರ್ಯ ಲಾಭವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಎಂಜಿನ್ನು ಲಾಭದಾಯಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ, ಅನಿಲವನ್ನು ಅದು ತಂಪಾಗಿದ್ದಾಗ ಸಂಕುಚಿಸಿ ಅದು ಬಿಸಿಯಿ ದ್ದಾಗ ವಿಸ್ತಾರಗೊಳ್ಳುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರಬೇಕು. ಇದೇ ಕ್ರಿಯೆ ಯನ್ನೇ ಹಲವು ಸಲ ಆವರ್ತಿಸಿದರೆ ನಮಗೆ ಸತತವಾಗಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವು ಆ ಎಂಜಿನಿನಿಂದ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯವು ದೊರೆಯಬೇಕಾದರೆ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಬಿಸಿ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ತಂಪು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಹರಿಯುವಾಗ ಆ ಉಷ್ಣದ ಅಲ್ಪಾಂಶವು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಡು ತ್ತದೆ. ಇದುವೇ ಉಷ್ಣ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಮೂಲ ತತ್ವ. ಯಾವ ಎಂಜಿನ್ನೂ ಎಲ್ಲ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕಾರ್ಯ ದಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲಾರದು. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಇದನ್ನೇ ಉಷ್ಣ ಗತಿ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ ೭.

ಬಿಸಿ ಅನಿಲವು ವಿಸ್ತಾರಗೊಳ್ಳುವಾಗ ಅದು ತಂಪಾಗಿದ್ದಾಗ ಅದನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಕೆಲಸಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಉಷ್ಣವು ಕ್ರಮವಿಲ್ಲದ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ:

ಎಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ, ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿವಿಧ ಶಕ್ತಿಗಳಾಗಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಏಕೆ ಅಸಾಧ್ಯ ? ಇದಕ್ಕೆ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಉತ್ತರಿಸಬಹುದು. ಅನಿಲಗಳ ಗತಿವಾದ (kinetic theory)ವು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪರಮಾಣುಗಳ ಗೊತ್ತು ಗುರಿಯಿಲ್ಲದ ಮತ್ತು ಕ್ರಮವಿಲ್ಲದ ಚಲನೆಯೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ, ಅನಿಲವೊಂದಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪೂರೈಸಿದಾಗ ಅದರ

ಅಣುಗಳ ಅಥವಾ ಪರಮಾಣುಗಳ ವೇಗವು ಸಾಧ್ಯವಿದ್ದ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.ಆದರೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯ ವೇಗದ ಹೆಚ್ಚಳವು ಮಾತ್ರ ನಮಗೆ ಉಪಯೋಗ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿಯ ಪಿಸ್ಟನ್ನನ್ನು ಮುಂದೂಡಲು ಪಿಸ್ಟನ್ನಿನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೇಗದಲ್ಲಾದ ಹೆಚ್ಚಳವು ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗವಿದೆ. ಉಳಿದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಾದ ವೇಗದ ಹೆಚ್ಚಳವು ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಬಾರದೇ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಗೊತ್ತುಗುರಿಯಿಲ್ಲದ ಮತ್ತು ಕ್ರಮವಿಲ್ಲದ ಚಲನೆಯಿಂದುಂಟಾಗುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಶಕ್ತಿಯ ಅರ್ಥಾತ್, ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯ, ಕೆಲವೊಂದು ಅಂಶವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಚಲನೆಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಹೀಗೆ ಪರಿವರ್ತಿತವಾದ ಅಲ್ಪಾಂಶ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೇ ಜಗತ್ತಿನ ಯಂತ್ರಗಳೆಲ್ಲವೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆಂಬುದು ಬಹು ವಿಸ್ಮಯಕರ ಸಂಗತಿಗಳಲ್ಲೊಂದು.

ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದಕ್ಷ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವದು ಅತ್ಯಂತ ಕಠಿಣ ಸಮಸ್ಯೆಯೆನಿಸಿದ್ದರೆ, ಶಕ್ತಿಯ ಮತ್ತಿತರ ರೂಪಗಳನ್ನು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಅಷ್ಟೇ ಸುಲಭ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು. ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸುಟ್ಟಾಗ ಇಲ್ಲವೇ ಕಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಸುಟ್ಟಾಗ ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯು ನೇರವಾಗಿ ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಬಲ್ಬಿನಲ್ಲಿಯ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿದಾಗ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯು ನೇರವಾಗಿ ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಾಶ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಎತ್ತರದ

ಮೇಲಿಂದ ಕಲ್ಲೊಂದು ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಗತಿ ಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಧ್ವನಿ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಶಕ್ತಿಯು ಒಮ್ಮೆ ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟ್ಟರೆ, ಪುನಃ ಅದನ್ನು ಮೊದಲಿನ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸುವಷ್ಟು ಸುಲಭ ಸಾಧ್ಯವಲ್ಲ.

ಆಂಗ್ಲ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಲಾರ್ಡ ಕೆಲ್ವಿನ್ ಮತ್ತು ಜರ್ಮನಿಯ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿ ರುಡೋಲ್ಫ ಕ್ಲಾಸಿಯಸ್ ಇವರು ಕಾರ್ನಟನು ಉಷ್ಣದ ಬಗೆಗೆ ಹೇಳಿದ ಮಾತನ್ನು ಚನ್ನಾಗಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಿ ಕೆಳಗಿನ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಂದರು. "ಬಾಹ್ಯ ಯಾವ ಕರ್ತೃವಿನಿಂದ ಕಾರ್ಯವಿಲ್ಲದೇ ಉಷ್ಣವು ತನ್ನಿಂದ ತಾನೇ ತಂಪು ಕಾಯದಿಂದ ಬಿಸಿಕಾಯದೆಡೆಗೆ ಹರಿಯಲಾರದು" ಅಂದರೆ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಯಾವಾಗಲೂ ಕೆಳಗಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನೆಡೆಗೆ ಹರಿಯುವದು. ಉಷ್ಣವು ತನ್ನಿಂದ ತಾನೇ ಎತ್ತರದ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಸ್ತುವಿನೆಡೆಗೆ ಹರಿಯಲಾರದು. ಆದರೆ, ರೆಫ್ರಿಜರೇಟರಿನಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ತಂಪುಭಾಗದಿಂದ ಬಿಸಿಭಾಗಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೋಟಾರು ಕಾರ್ಯ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಕಂಡು ಬರುವದೇನೆಂದರೆ, ಶಕ್ತಿಯ ಬೇರೆ ರೂಪಗಳನ್ನು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲು ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಬಿಸಿಯಿಂದ ತಂಪಿನೆಡೆಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತಾಸವೇ ದಿನೇ ದಿನೇ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಒಂದು ದಿನ ಶೂನ್ಯವೇ ಆಗಿಬಿಡ

ಬಹುದು. ಆಗ ನಮ್ಮ ಯಾವ ಎಂಜಿನ್ನೂ ಕಾರ್ಯಮಾಡ ಲಾರದು. ಏಕೆಂದರೆ, ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಕಾರ್ಯ ದಕ್ಷತೆಯು ಈ ಉಷ್ಣ ತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಮೇಲೆಯೇ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಶೂನ್ಯವಾದಾಗ, ಎಂಜಿನ್ನಿನ ದಕ್ಷತೆಯೂ ಶೂನ್ಯ ವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ನಮ್ಮ ಇಂದಿನ ಎಲ್ಲ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳೂ ನಿರುಪಯೋಗಿ ಆಗುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನೇ ಬೇರೆ ಶಬ್ದಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳ ಬೇಕೆಂದರೆ, ನಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಲಭಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆ ಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಒಂದು ದಿನ ಎಲ್ಲವೂ ನಮಗೆ ಸಿಗಲಾರದ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲ ಕಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯು ಇದ್ದರೂ ಅದು ನಮಗೆ ಯಾವ ಕೆಲಸಕ್ಕೂ ಬರಲಾರದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ರುತ್ತದೆ. ನಮಗೆ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಅಲಭ್ಯ (unavailable) ವಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಎಂಟ್ರೊಪಿ (entropy) ಎಂಬ ಭೌತ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿಶ್ವದ ಎಂಟ್ರೊಪಿಯು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಲೇ ನಡೆ ದಿದೆ. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ ಎಲ್ಲವೂ ಸಮನಾಗಿ ಹಂಚಲ್ಪಟ್ಟು ವಿಶ್ವದ ಯಾವ ಭಾಗವೂ ಮತ್ತೊಂದು ಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ಬಿಸಿಯಾಗಿ ರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದೇ ಹೋಗಬಹುದು. ಆಗ ವಿಶ್ವವು ತನ್ನ ಅಸ್ತಿತ್ವ ವನ್ನೇ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ "ವಿಶ್ವದ ಉಷ್ಣ-ಮರಣ" (Heat-death of the universe) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗು ತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವು ತಲುಪಬೇಕಾದರೆ, ಇನ್ನೂ ಎಷ್ಟೋ ಕೋಟಿ ವರುಷಗಳು ಬೇಕಾಗಬಹುದೆಂದು ಒಂದು ಅಂದಾಜು. ಆದ್ದರಿಂದ ಈಗಲೇ ಭಯಪಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾರಣ ವಿಲ್ಲ.

೫. ಉಷ್ಣದ ಸ್ಥಳಾಂತರ

ಉಷ್ಣದ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸ್ವಭಾವವೆಂದರೆ ಅದರ ಸ್ಥಳಾಂತರ. ಉಷ್ಣವು ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಕೆಳಗಿನ ಮೂರು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವದು:-

(೧) ವಹನ (Conduction)
(೨) ಸಹಚಲನ (Convection)
(೩) ವಿಕಿರಣ (Radiation)

ವಹನ:

ತಂಪಾದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಲಾಕೆಯ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದು ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಉರಿಯುವ ದೀಪದ ಮೇಲಿಟ್ಟರೆ ಕೆಲಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಕೈಗೆ ಬಿಸಿಯೆನಿಸುವದು. ಅಂದರೆ ಎಲ್ಲ ಘನ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಹರಿಯುವದು. ಉಷ್ಣತೆಯು ಹರಿಯುವ ಈ ರೀತಿಗೆ ವಹನವೆನ್ನುವರು. ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಲಾಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ಹರಿಯಿತು? ದೀಪದ ಮೇಲಿಟ್ಟ ತುದಿಯಲ್ಲಿಯ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಮೊದಲಿಗಿಂತಲೂ ವೇಗವಾಗಿ ಕಂಪಿಸತೊಡಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಕಂಪಿಸುವಾಗ ಅವು ತಮ್ಮ ನೆರೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಪರಮಾಣು

ಗಳೊಡನೆ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದು ತಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ಅವಕ್ಕೆ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದ ಪರಮಾಣು ಗಳು ವೇಗದಿಂದ ಕಂಪಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ತಮ್ಮ ನೆರೆಯಲ್ಲಿನ ಪರಮಾಣುಗಳೊಡನೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು ತಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಯ ಅಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ಅವುಗಳಿಗೆ ನೀಡುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ಒಂದು ಕಾಯಿಸಿದ ತುದಿಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯವರೆಗೆ ನಡೆದು ಅದೂ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ನೆನಪಿಡಬೇಕಾದ ಒಂದು ಮಹ ತ್ವದ ಮಾತೆಂದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮಾತ್ರ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಗೆ ಹರಿಯುವದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಕಂಪನಾ ಶಕ್ತಿಯು ಮಾತ್ರ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯ ವರೆಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ.

ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೂ ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣ ದಲ್ಲಿ ಹರಿಯಗೊಡುವದಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ತೀವ್ರ ವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ವಾಹಕಗಳು. ಎಂದು ಹೆಸರು. ಎಲ್ಲ ಲೋಹಗಳು ಉಷ್ಣದ ಉತ್ತಮ ವಾಹಕಗಳು.ಆದರೆ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಬಹು ಕ್ಷೀಣವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಉಷ್ಣದ ನಿರೋಧಕಗಳು ಅಥವಾ ಅವಾ ಹಕಗಳು ಎಂದು ಹೆಸರು. ಉಷ್ಣದ ನಿರೋಧಕಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ನಿರೋಧಕಗಳೂ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಉಷ್ಣದ ವಾಹಕಗಳು ಮತ್ತು ನಿರೋಧಕಗಳು ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬಹು ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ ವನ್ನಾಡುತ್ತವೆ. ನಾವು ಅಡುಗೆ ಮಾಡುವ ಪಾತ್ರೆಗಳು ವಾಹಕ ಗಳಿದ್ದರೆ ಇಂಧನದ ಅಪವ್ಯಯವಾಗುವದಿಲ್ಲ. ಹವಾನಿಯಂತ್ರಿ

ಮತ್ತು ಶೈತ್ಯಾಗಾರಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಿರೋಧಕಗಳು ಅತ್ಯವಶ್ಯ.

ಸಹಚಲನ (Convection)

ಚಹಾ ತಯಾರಿಸಲು ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಹಾಕಿ ಉರಿಯುವ ಒಂದು ಸ್ಟೋವಿನ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟರೆ ಕೆಲವು ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಬಿಸಿಯಾಗುವದು. ಇದು ಹೇಗೆ? ಇಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರೆಯ ತಳದಲ್ಲಿದ್ದ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಕಾಯ್ದು ಹಗುರಾಗಿ ಮೇಲೆಯೂ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿದ್ದ ತಂಪಾದ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಭಾರವಾಗಿರುವದರಿಂದ ಕೆಳಗೂ ಚಲಿಸಿ ಕೆಲಸಮಯದಲ್ಲಿಯೇ ಇಡೀ ನೀರು ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ಸ್ಥಳಾಂತರವಾಗುವ ರೀತಿಗೆ ಸಹಚಲನವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದು ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಚಲನಚಿತ್ರಗೃಹಗಳು, ನಾಟಕಮಂದಿರಗಳು, ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಸಭೆ-ಸಮ್ಮೇಳನಗಳು ಏರ್ಪಡುವಂತಹ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾಗಿ ಹವೆಯಾಡುವ ಸಲುವಾಗಿ ಕಟ್ಟಡದ ಕೆಳಗೂ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲೂ ಕಿಡಕಿಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ.

ವಿಕಿರಣ (Radiation)

ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಗೆ ದಿನಾಲು ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ವಿಪುಲವಾದ ಶಕ್ತಿಯು ಹರಿದು ಬರುತ್ತದೆ. ವಹನ ಮತ್ತು ಸಹಚಲನಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಹರಿಯಬೇಕಾದರೆ ಮಾಧ್ಯಮದ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ. ಆದರೆ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯ

ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಬಹುತೇಕ ಸ್ಥಳವು ನಿರ್ವಾತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ಅಲ್ಲಿ ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮವೂ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿದೆ. ಮಾಧ್ಯಮದ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೇ ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಗಳು ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಹರಿಯುವ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ "ವಿಕಿರಣ"ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಾಶ ಇವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣ (electromagnetic radiation)ದ ದೊಡ್ಡ ಪಟ್ಟಿಯ ಅಲ್ಪ ಭಾಗ ಮಾತ್ರ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳು ಪಸರಿಸಲು ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮವೂ ಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳಿಂದ ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ನಾವು ಬೆಳಕು ಇಲ್ಲವೇ ಪ್ರಕಾಶವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ರಕ್ತವರ್ಣದಿಂದ ನೇರಿಳೆವರ್ಣದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ವಿಕಿರಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ ಆದರೆ ನೇರಿಳೆವರ್ಣದಾಚೆ ಬರುವ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ನೇರಿಳಾತೀತ (Ultra-violet) ವಿಕಿರಣವೆಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳ ಸ್ವಭಾವವು ಬೆಳಕಿನಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗಾಂತರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಇವುಗಳ ತರಂಗಾಂತರ ಕಡಿಮೆ. ನೇರಿಳಾತೀತ ವಿಕಿರಣಗಳ ನಂತರ ಕ್ಷ ಕಿರಣಗಳು, ಗಾಮಾ-ಕಿರಣಗಳು ಮತ್ತು ವಿಶ್ವ-ಕಿರಣಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಅವುಗಳ ತರಂಗಾಂತರಗಳ ಇಳಿಕೆಯ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತವೆ. ಇನ್ನು ರಕ್ತವರ್ಣಗಳ ಕೆಳಗಡೆಗೆ ಬರುವ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ರಕ್ತವರ್ಣಾತೀತ (Infra-red) ವಿಕಿರಣವೆನ್ನುವರು. ಈ ವಿಕಿರಣಗಳು ನಮಗೆ ಉಷ್ಣವನ್ನೀಯುತ್ತವೆ. ನಮಗೆ ಕಾಣುವ ಸೂರ್ಯ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಒಂದು ಅಶ್ರಗ (prism)ವಲ್ಲಿ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಒಂದು

ವರ್ಣಮಾಲೆ (spectrum)ಯು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ವರ್ಣಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಏಳು ಬಣ್ಣಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಏಳು ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ "VIBGYOR" ಎಂಬ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ರೂಪದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನೇರಳೆಯ ಮೇಲ್ಗಡೆಗೆ ಬರುವ ಗಿಡ್ಡ ತರಂಗಾಂತರಗಳುಳ್ಳ ವಿಕಿರಣಗಳೂ ಮತ್ತು ರಕ್ತವರ್ಣದ ಕೆಳಗಡೆಗೆ ಬರುವ ಉದ್ದ ತರಂಗಾಂತರಗಳುಳ್ಳ ವಿಕಿರಣಗಳೂ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವದಿಲ್ಲ. ಅದ್ದರಿಂದ ಇವಕ್ಕೆ ಅದೃಶ್ಯ ವಿಕಿರಣಗಳೆಂದು(Invisible radiation)ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವರ್ಣಮಾಲೆಯ ರಕ್ತವರ್ಣದ ಕೆಳಗಿನ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವನ್ನಿಟ್ಟರೆ ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇದ್ದದ್ದು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ ಇದನ್ನು ವಿಲಿಯಂ ಹರ್ಷೆಲ್ ಎಂಬ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೦೦ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಇದರಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿದು ಬರುವದೇನಂದರೆ, ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪವಾಗಿದ್ದು ಅದು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣಗಳ ಒಂದು ಭಾಗ. ಇದು ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವ ವರ್ಣಮಾಲೆಯ ಕೆಂಪು ಅಂಚಿನ ಕೆಳಗಡೆಯ ಸ್ಥಳದ ಅಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಿ "ರಕ್ತವರ್ಣಾತೀತ"ವೆಂದು ಕರೆಯಿಸಿಕೊಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಕಿರಣಗಳು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸುವದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಬೇಯಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಈ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಒಂದು ಕ್ಷೇತ್ರದ ಫೋಟೊ (photo) ತೆಗೆಯುವಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಸ್ನಾಯುಗಳ ರೋಗದಿಂದ ಬಳಲುವ ರೋಗಿಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವಲ್ಲಿಯೂ ಈ ವಿಕಿರಣಗಳು ಉಪಯೋಗ ಬೀಳುತ್ತವೆ.

ಸೂರ್ಯ-ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರ :

ವಿಶ್ವದ ಅಗಾಧವಾದ (ಅನಂತವಲ್ಲ?) ಗಾತ್ರದೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಸೂರ್ಯನ ಗಾತ್ರ ಅಷ್ಟೇನೂ ಮಹತ್ವದವೆನಿಸುವದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅದೊಂದು ಸಾಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರ. ಸೂರ್ಯನ ಒಡಲಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರದ ೧೩,೦೦,೦೦೦ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಇಡಲು ಸಾಧ್ಯ, ಸೂರ್ಯನು ವಿಶಾಲವಾದ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಿತ ಕುಟುಂಬದೊಂದಿಗೆ ಬಾಳುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ಆ ಮಿತ ಕುಟುಂಬವೇ "ಸೂರ್ಯಮಾಲೆ" (Solar system). ಈ ಸೂರ್ಯಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಈ ಭೂಮಿಯ ಎಲ್ಲ ಚೈತನ್ಯಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನೇ ಕಾರಣ. ಸೂರ್ಯನಿಲ್ಲದೇ ಯಾವ ಕ್ರಿಯೆಯೂ ಇಲ್ಲಿ ನಡೆಯಲಾರದು. ಸೂರ್ಯನು ಚೈತನ್ಯದ ಆಗರ; ಶಕ್ತಿಯ ಸೆಲೆ. ಇದಕ್ಕೇನು ಕಾರಣ?

ಸೂರ್ಯನು ಉರಿಯುವ ಅನಿಲಗಳ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಉಂಡೆ. ಸೂರ್ಯನ ವ್ಯಾಸವು ೬.೯೬ $\times$ $೧೦^{೮}$ ಮೀಟರು (೪.೩೨ $\times$ $೧೦^{೫}$ ಮೈಲುಗಳು). ಅದರಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ೧.೯೯ $\times$ $೧೦^{೩೦}$ ಕಿಲೊಗ್ರಾಮು (೨.೨ $\times$ $೧೦^{೨೭}$ ಟನ್ನುಗಳು). ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ಸುಮಾರು ೬೦೦೦°K. ಆತನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ೨೦ $\times$ $೧೦^{೬}$ °K ಎಂದು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲಾಗಿದೆ. ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿಯ ಒತ್ತಡವು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡದ $೧೦^{೯}$ ಪಟ್ಟಿನಷ್ಟಿದ್ದು ಅಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ್ಯ

(matter)ದ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಸೀಸದ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ೮ ಪಟ್ಟಿರಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಸುಮಾರು ೯,೩೦,೦೦,೦೦೦ ಮೈಲುಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ಚದುರು ಮೀಟರ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಪ್ರತಿ ಮಿನಿಟಿಗೆ ೨೦,೦೦೦ ಕೆಲೊರಿಗಳಷ್ಟು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಅಂದರೆ, ಭೂಮಿಯು ಪ್ರತಿ ದಿನವೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭಾರೀ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಆದರೂ, ಪ್ರತಿದಿನವೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮಲ್ಪಟ್ಟ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣ ಇದು. ಈ ಅಗಾಧವಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನು ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಈ ಅದ್ಭುತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ಎಲ್ಲಿಂದ ಅಥವಾ ಹೇಗೆ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ? ಇದೊಂದು ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಸಮಸ್ಯೆ. ಸೂರ್ಯನ ಬಹು ಪಾಲು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಹಾಯ್‌ಡ್ರೊಜನ್ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲಗಳಿಂದಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಭಾರೀ ಪ್ರಮಾಣದ ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದಾಗಿ ಹಾಯ್‌ಡ್ರೊಜನ್ ಅನಿಲದ ಬೀಜಾಣುಗಳು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲದ ಬೀಜಾಣುಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಮಾರ್ಪಾಟಿಗೆ ಬೀಜೀಯ ಕ್ರಿಯೆ (nuclear reaction) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಯ್‌ಡ್ರೊಜನ್ ಅನಿಲದ ೪ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲದ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಯ್‌ಡ್ರೊಜನ್ ಅನಿಲದ ೪ ಪರಮಾಣುಗಳು (೪ × ೧.೦೦೮೩ = ೪.೦೩೩೨) ಒಂದು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣು (೪.೦೦೧೫).

ವಿಗಿಂತಲೂ (೪.೦೨೯೨—೪.೦೦೧೫) ೦.೦೨೭೭ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣು ನಿರ್ಮಾಣವಾದಾಗ .೦೨೭೭ ಏಕಮಾನದಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯು ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ನಷ್ಟವಾಗುವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಆಯಿನ್‌ಸ್ಟೀನನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಶಕ್ತಿ ಸಮಾನತೆಯ ಸೂತ್ರವಾದ $E = mc^2$ ಪ್ರಕಾರ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ೪ ಕೀಲೊಗ್ರಾಂ ಹೀಲಿಯಂ ನಿರ್ಮಾಣವಾದಾಗ,

$$E = mc^{\text{೨}} = .\text{೦೨೭೭}\,\text{kg} \times (\text{೩} \times \text{೧೦}^{\text{೮}}\,\text{ಮೀ/ಸೆ})^{\text{೨}}$$
$$= \text{೨.೫} \times \text{೧೦}^{\text{೧೫}}\,\text{ಜ್ಯೂಲ}$$

ಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ನಾವು ೮೦ ದಶಲಕ್ಷ ಕೀಲೊಗ್ರಾಂ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸುಡಬೇಕು ! ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಸೂರ್ಯನು ಪ್ರತಿ ಸೇಕಂದಿಗೆ ೪ ದಶಲಕ್ಷ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ಇದೇ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆತನು ತನ್ನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಕಳೆದು ಕೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಅವನು ಸುಮಾರು ಒಂದು ದಶಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ವರೆಗೆ ಬಾಳಬಹುದು. ಅಷ್ಟೇ.

ಈ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುವ ಎಲ್ಲ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಸೂರ್ಯನೇ ಆಧಾರ. ಏಕೆಂದರೆ ನಾವು ಪಡೆಯುವ ಎಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯು ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬಂದದ್ದು. ನಾವು ಪಡೆಯುವ ಬೆಳಕು

ಮತ್ತು ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿ ಆತನಿಂದಲೇ ನೇರವಾಗಿ ಬರುತ್ತವೆ. ಸಸ್ಯಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸೂರ್ಯ ಪ್ರಕಾಶದಿಂದ ನಮಗೆ ಆಹಾರವೂ ಮತ್ತು ಕಟ್ಟಿಗೆಯೂ ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಿಂದ ನೀರು ಆವಿಯಾಗಿ ಮೇಲೇರಿ ಮಳೆಯಾಗಿ ಕೆರೆಕೊಳ್ಳಗಳು ತುಂಬಿ ನಮಗೆ ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ನಾವು ನಿತ್ಯ ಬಳಸುವ ಇಂಧನ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಎಣ್ಣೆ, ಅನಿಲ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲ ದಲ್ಲಿಯ ಗಿಡಗಳು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಹೂತುಹೋದವುಗಳಿಂದಲೇ ಬರುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಬಿಸಿಲಿನಿಂದ ವಾತಾವರಣವು ಕಾಯ್ದು ಗಾಳಿಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಗಾಳಿಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಾವು ಅನೇಕ ಕಾರ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತೇವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೇ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹಗಳೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಪ್ರವಾಹ ಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ನಾವು ಬಳಸಬಹುದು.

ಈಗ ಎಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಗಳ ಬರ (ಕೊರತೆ) ಇರುವಾಗ "ಸೂರ್ಯ ಶಕ್ತಿ" (Solar energy) ಯೊಂದೇ ನಮಗೆ ಆಶಾಕಿರಣವಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸದಾ ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅಂತೂ, ಸೂರ್ಯನೇ ನಮಗೆ ಶಕ್ತಿಯ ಆಗರ.

ಕೊನೆಯ ಮಾತು

ಅನಿಯಂತ್ರಿತವಾದಾಗ ಉಷ್ಣವು ಭಯಾನಕವೂ ಮತ್ತು ವಿನಾಶಕಾರಿಯೂ ಆಗಬಲ್ಲುದು. ಕಟ್ಟಡಗಳಿಗೆ ಬೆಂಕಿ ಬಿದ್ದಾಗ

ಆಸ್ತಿ, ಜೀವ ಎಲ್ಲವೂ ಕ್ಷಣಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಸುಟ್ಟು ಬೂದಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ, ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿ ಪಳಗಿಸಿದರೆ ಮಾನವನ ಜೀವನವೇ ಸುಖಮಯ. ಇಂತಹ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡು ಬಳಸಿದ್ದಾದರೆ ನಮ್ಮ ನಾಗರಿಕತೆಯು ಇನ್ನೂ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ.

ಒಪ್ಪೋಲೆ

ಪು. ಸಂ.	ಸಾಲು	ತಪ್ಪು	ಒಪ್ಪು
೮	೯	Heattnster	Heat transfer
೧೩	೧೧	೪.೨ ಜ್ಯೂಲಕೆಲೊರಿ	೪.೨ ಜ್ಯೂಲ/ಕೆಲೊರಿ
೧೭	೧೧	೪.೨ ಜ್ಯೂಲ ಕೆಲೊರಿ	೪.೨ ಜ್ಯೂಲ/ಕೆಲೊರಿ
೧೮		೫°ಸಿ, ೬°ಸಿ. ೭°ಸಿ	5°C, 6°C, 7°C
೨೩	೧೬	೨೭೩.೧೬°	—೨೭೩.೧೬°
೨೪	೪	೨೭೩.೧೬°ಸೆ	—೨೭೩.೧೬°ಸೆ
೨೪	ಕೊನೆಯ ಸಾಲು	೨೭೩°ಸೆ	—೨೭೩°ಸೆ
೨೫	೨	೧೦೬°ಸೆ	೧೦^{೬}°ಸೆ
೨೫	೪	೧೦೮°ಸೆ	೧೦^{೮}°ಸೆ
೨೬	೧೦	೨೭೩°ಸೆ	—೨೭೩°ಸೆ
೨೭	೨	Reoumur	Reaumur
೩೯	೧೪	ವಿಸ್ತುವಿನೆಡೆಗೆ	ವಸ್ತುವಿನೆಡೆಗೆ

ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆಯ
ಇತ್ತೀಚಿನ ಪ್ರಕಟನೆಗಳು

---

೧. ತರ್ದವಾಡಿನಾಡು —ಆರ್. ಎನ್. ಗುರವ

೨. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಶಿಕ್ಷಣದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು —ಸಿ. ಹನುಮೇಗೌಡ

೩. ಹಾವು ಮಾನವನ ಮಿತ್ರ–ಶತ್ರು —ಎನ್. ಟಿ. ಮೋಟೆಬೆನ್ನೂರ

೪. ಶ್ರೀ ತೋಂಟದ ಸಿದ್ಧಲಿಂಗ ಶಿವಯೋಗಿಗಳು

—ಎ. ಆರ್. ಪಾಟೀಲ

೫. ವೇದಗಳು, ವೇದಾಂಗಗಳು ಮತ್ತು ವೇದಾಂತತತ್ವ

—ಬಿ. ಎನ್, ಕೃಷ್ಣಮೂರ್ತಿ

೬. ಶಿರಾಲಿಯಗೊಂಡರು —ನಾರಾಯಣ ಯಾಜಿ

೭. ಇಂಗ್ಲೀಷ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಹಾಸ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಡಂಬನೆ

—ವ್ಹಿ. ಕೆ. ನವಲಗುಂದ

೮. ಗ್ರಂಥಾಲಯ ಸೇವೆ —ಎಸ್. ಎಲ್. ಸಂಗಮ

೯. ಶರಣ ಸಾಹಿತ್ಯ

—ಬಸವಣ್ಣೆಪ್ಪ ಸೊ. ಗೊರವರ

ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ –೫೮೦ ೦೦೩